MUSTAFA KAMEL CHEMIST

CHEMISTRY SIXTH GRADE

الكيمياء المميزة

H₂O

الصف السادس

الاحيائي

الجزء الاول

الفصل الاول و الفصل الثاني و الفصل الثالث

مدرس الكيمياء **مصطفى كامل ابراهيم**

بكالوريوس علوم/قسم الكيمياء/جامعة بغداد

حاصل على المركز الاول/دورة التعرف على المواد الكيميائية



07705370211

جامعة كانبيرا / استراليا

اهداء الى من كان سبب في وجودي ونجاحي ....

شكر خاص.........الى اخي وصديقي السيد محمد عدنان

صاحب مكتبة التاج.............

لجهوده الدائمة والمستمرة وتفانيه في خدمة الطلبة

وتطوير عملية التدريس..........

الى طلبتي الاعزاء..... هديتي لكم

هذا الاصدار(الكيمياء المميزة) مرتبة بشكل يجعل المذاكرة اكثر سهولة فقد تم عزلها بتعاريفها ثم تعاليل ثم الاسئلة الشرحية ثم المسائل الرياضية التي احتوت على امثلة واسئلة وتمارين الكتاب مدعمة بجميع الاسئلة الوزارية للاختبار

عزيزي الطالب

لن تذاكر الكيمياء بعد اليوم باوراق وملخصات واسئلة من هنا وهناك

الكيمياء المميزة تحتوي على .....اسرار التفوق

الفصـــل الاول

التعاريف

الثرموداينمك :« علم يهتم بدراسة الطاقة و تحولاتها و يهدف الى تحويل اكبر قدر من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى انواع اخرى من الطاقة (مثل الطاقة الميكانيكية) »

الطاقة الكامنة :- « هي الطاقة الكيميائية المخزونة في جميع انواع المواد و جميع انواع الوقود »

الطاقة الحركية :- هي طاقة جميع الاجسام المتحركة مثل الماء المتحرك و السيارات و حركة الجزيئات

القانون الاول في علم الثرموداينمك :- «الطاقة لا تفنى و لاتستحدث من العدم و لكن يمكن تحويلها من شكل الى الآخر »

النظام الثرموداينميكي System – « هو عبارة عن جزء معين من الكون يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تغيرات كيميائية و فيزيائية محدودة داخل حدود معينة)) .

المحيط Surronding:- « هو ما تبقى خارج حدود النظام » الكون او المجموعة Universe:- « هو النظام المحيط »

النظام المفتوح (open system):- « هو النظام الذي يسمح بتبادل مادة النظام و طاقته مع المحيط مثل اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء حار ».

النظام المغلق (closed system) :- « هو النظام الذي يسمح بتبادل الطاقة فقط و لايسمح بتغيير كمية المادة في النظام مثل اناء معدني مغلق بأحكام يحتوي على ماء حار » .

النظام المعزول (Isolated system):- هو النظام الذي لا تسمح حدوده بتبادل لا الطاقة و لا المادة مثل الثرموس

الحرارة (Heat) q : هي انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين مختلفة درجة حرارتهما ، و تتناسب الحرارة المفقودة او المكتسبة لجسم ما طردياً مع التغير في درجات الحرارة

السعة الحرارية (C) Heat capacity : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m غرام من اي مادة درجة سيليزية واحدة وحدتها (J/c°).

الحرارة النوعية S (زيتا) Spacific heat : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة 1g من اي مادة درجة سيليزية واحدة ، وحدتها (J/g.c°) ».

دالة الحالة (state Fumction): هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغيير والحالة النهائية للنظام بعد التغيير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغيير مثل الاثالبي ΔH و الاثروبي ΔS و طاقة الكبس ΔG .

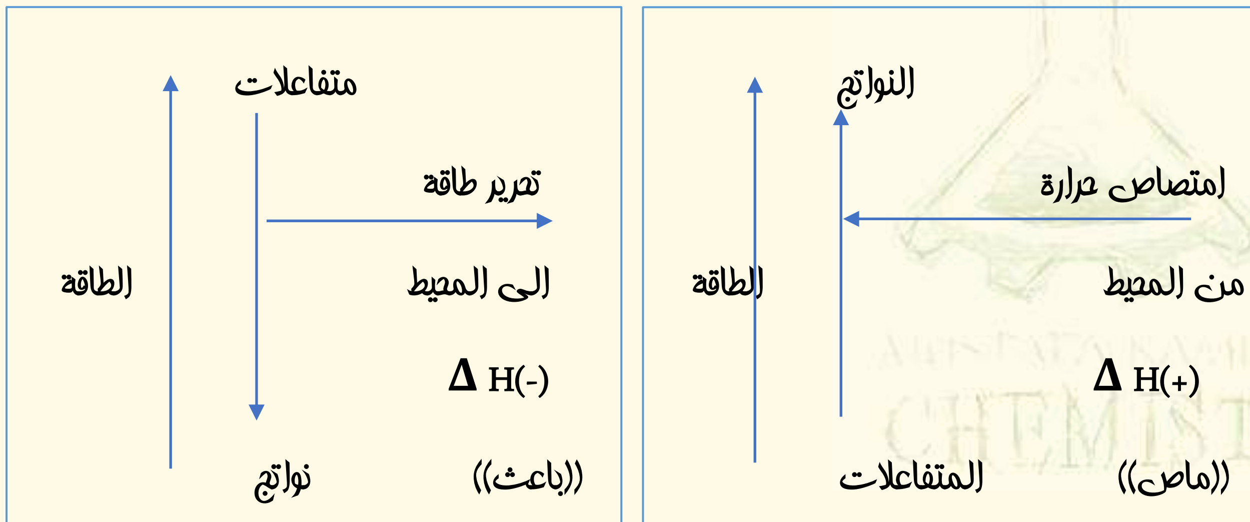
الخواص الشاملة Extensive Properties : هي الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة والحجم والسعة الحرارية و الطاقة الحرة للكبس و الاثروبي .

الخواص المركزة Intensive Properties: هي الخواص التي لاتعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط و الكثافة ودرجة الحرارة و الحرارة النوعية.

جهاز المسعر Calormeter : هو جهاز لقياس حرارة التفاعل ΔHr الممتصة او المتحررة في التفاعل الكيميائي عند ثبوت الضغط

سؤال 1–3 / ما المقصود بالتعابير الاتية : الكيمياء الحرارية ، عملية باعثة للحرارة ، عملية ماصة للحرارة .

الكيمياء الحرارية Thermo Chemistry: «هو علم يهتم بدراسة الحرارة الممتصة و المنبعثة و المتحررة نتيجة التغيرات الفيزيائية و الكيميائية » .



عملية باعثة للحرارة : هي العملية التي عند حدوثها تتولد طاقة حرارية يحررها النظام الى المحيط اي يكون اثالبي المتفاعلات > من اثالبي النواتج و تكون قيمة $\Delta H = (-)$.

عملية ماصة للحرارة :عملية تحتاج الى امتصاص طاقة حرارية لكي يحدث التفاعل اي يمتص النظام طاقة من المحيط و يكون انثالبي المتفاعلات < انثالبي النواتج وتكون قيمة $\Delta H = (+)$.

الانثالبي H Enthalpy : دالة حالة ثرموديناميكية و خاصية شاملة تمثل كمية الحرارة المنبعثة او الممتصة المقاسة بثبوت الضغط و لايمكن قياس القيم المطلقة لها لانها دالة حالة (نقيس التغير Δ)

انثالبي التفاعل القياسي $\Delta H°r$: هي الحرارة المصاحبة للتفاعل عند الظروف القياسية من درجة حرارة و ضغط

انثالبي التكوين القياسي $\Delta H°f$ و هي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة باثبت صورة اي في حالتها القياسية تحت ضغط 1atm و عند درجة حرارة $25C^0$

انثالبي الاحتراق القياسية : هي الحرارة المتحررة (المنبعثة) من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية($1atm$, $25\ C^0$)

انثالبي التبخر $\Delta H°_{vap}$: هي الحرارة اللازمة لتبخر مول واحد من اي مادة .



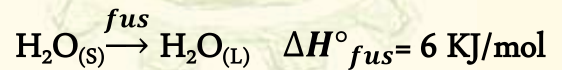
$$H_2O_{(L)} \xrightarrow{vap} H_2O_{(g)} \quad \Delta H°_{vap} = 44\ KJ/mol$$

انثالبي التكثف $\Delta H°_{cond}$: الحرارة اللازمة لتحول مول واحد من المادة من بخار الى سائل .



$$H_2O_{(g)} \xrightarrow{cond} H_2O_{(L)} \quad \Delta H°_{cond} = -44\ KJ/mol$$

انثالبي الانصهار $\Delta H°_{fus}$: الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد من اي مادة صلبة و تحويلها الى الطور السائل.



$$H_2O_{(S)} \xrightarrow{fus} H_2O_{(L)} \quad \Delta H°_{fus} = 6\ KJ/mol$$

انثالبي التبلور (الانجماد) $\Delta H°_{cryst}$: الحرارة اللازمة لانجماد مول واحد من اي مادة من الطور السائل الى الطور الصلب .

الانجماد عكس الانصهار



$$H_2O_{(L)} \xrightarrow{cryst} H_2O_{(S)} \quad \Delta H°_{cryst} = -6\ KJ/mol$$

ماص $+\Delta H°_{fus} = -\Delta H°_{cryst}$ باعث

إثالبي التسامي $\Delta H°_{sub}$: الحرارة اللازمة لتحول مول واحد من المادة من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة .

$$\Delta H°_{sub} = \Delta H°_{fus} + \Delta H°_{vap}$$

قانون هيس : عند تحول المتفاعلات الى نواتج فان التغير في إثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة او سلسلة خطوات .

العملية التلقائية :- هي اي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينه دون تأثير من اي عامل خارجي .

التفاعل التلقائي :- هو التفاعل الذي يحدث من تلقاء نفسه عند ظروف معينة من درجة حرارة و ضغط او تركيز دون تأثير من اي عامر خارجي .

الانتروبي Entropy : ΔS هي دالة حالة ثرموديناميكية تمثل مقياس لعشوائية للنظام .

طاقة كبس الحرة Gibbs Free Energy(G) هي دالة حالة ثرموديناميكية من خلالها يمكن التنبؤ بتلقائية العمليات الكيميائية والفيزيائية ، و تمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الاثالبي و الانتروبي .

طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل $\Delta G°_r$ هي التغير في الطاقة الحرة للتفاعل عندما يحصل في الظروف القياسية درجة حرارة $25c^0$ و ضغط 1atm

طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية $\Delta G°_f$ هي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية بأثبت صورها في ظ.ق $(1atm,25c^0)$

علاقة تروتن Trouten Rule ان قيمة ΔS_{vap} (انتروبي التبخر) لأغلب السوائل عند درجة غليانها تساوي قيمة ثابتة (85J/K.mol) لذلك تصبح العلاقة :

علاقة تروتن

$$\Delta S_{vap} = 85\ J/K.mol = \frac{\Delta H\ vap}{Tb}$$

$$\Delta H_{vap} = 85\ J/K.mol \times T_b$$

لا تعترف بالحريق الذي بداخلك .. ابتسم وقل انها حفلة شواء

دوستويفسكي

الشرحيات

س/ما هي الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك ؟ (ماهي فوائد علم الثرموداينمك)

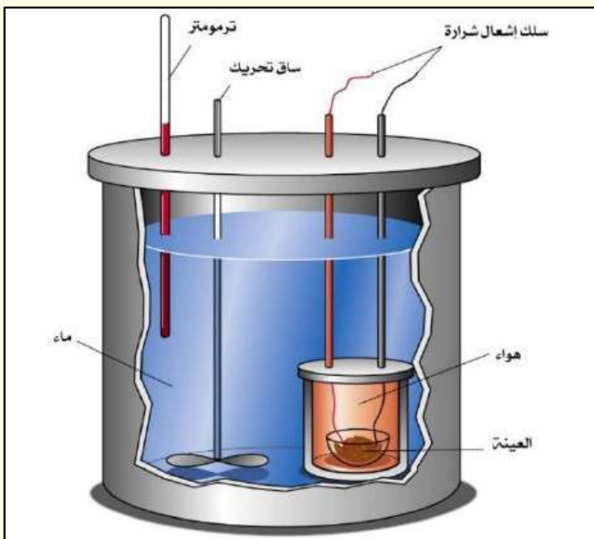
1) سبب حدوث التفاعلات الكيميائية .

2) التنبوء بحدوث التغيرات الكيميائية و الفيزيائية عندما توجد مادة او اكثر تحت ظروف معينة .

3) يفسر حدوث بعض التفاعلات تلقائياً و اخرى لا تحدث تلقائياً عند نفس الظروف .

4) سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية سواء في داخل التفاعل او في الوسط المحيط به .

x لايهم علم الثرموداينمك بعامل الزمن الذي يستغرقه التفاعل ، فقط يخبرنا بان التفاعل قابل او غير قابل للحدوث دون ان يبين سرعة التفاعل .



س / ما هي مكونات المسعر :

1- وعاء للتفاعل مغمور فيه كمية معينة من الماء (معروف الكتلة) موجود في وعاء معزول عزلاً جيداً.

2- محرار ، 3- غطاء مطاطي . 4- و عاء مطاطي 5- عمود زجاجي للتحريك

فائدة قانون هيس في الكيمياء الحرارية :

العديد من المركبات الكيميائية لا يمكن تكوينها بشكل مباشر من عناصرها الاساسية لاسباب عديدة منها ان التفاعل قد يكون بطيئاً جداً او تتكون مركبات جانبية غير مرغوب فيها . لذلك يتم اللجوء لقياس ΔH^0r لها بطريقة غير مباشرة تعتمد على قانون هيس .

س/ ما هو السبب الذي يجعل بعض التفاعلات تلقائيه ؟

ج / لان جميع العمليات يرافقها انخفاض في الطاقة الكلية للنظام اي ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام والطاقة الاقل يعني اكثر استقراراً .

س/ هل ان كل تفاعل تلقائي يجب ان يكون باعثاً للحرارة ؟

ج / كلا . هناك بعض التغيرات الفيزيائية و الكيميائية تكون ماصه للحرارة ولكن تحدث تلقائياً مثل:

ذوبان NH_4Cl في الماء يحدث تلقائياً وهي عملية ماصة للحرارة و انصهار الجليد في درجات الحرارة الاعتيادية تلقائياً و هي عملية ماصة للحرارة و تبخر الماء تلقائياً عند درجات الحرارة الاعتيادية وهي عملية ماصة للحرارة.

سؤال 1–29/ اي من العمليات التالية تلقائية ؟

أ) ذوبان ملح الطعام (تلقائي) ب) تسلق قمة افريست (لاتلقائي) ج) انتشار رائحة العطر (تلقائي)
د) فصل الهليوم (لاتلقائي)

س/ ماهي العوامل التي تؤدي الى زيادة الانتروبي عند اذابة مادة صلبة ؟

"CREATIVITY IS INTELLIGENCE HAVING FUN."
– ALBERT EINSTEIN

❖ عند اذابة بلورات صلبة مثل السكر تزداد الانتروبي لانه :

أ) يتكسر النظام الهيكلي المنتظم للسكر (المذاب)

ب) يتكسر جزء من النظام الهيكلي للماء (المذيب).

و عليه يكون للنظام (المحلول) عشوائية اكثر من السكر او الماء النقيان .

س/ ماهي العوامل التي تؤدي الى زيادة الانتروبي عند اذابة مادة صلبة ايونية ؟

#عند اذابة مادة صلبة مثل NaCl آيونية يزداد الانتروبي بسبب عاملين هما :

أ) عملية تكوين المحلول اي خلط المذاب مع المذيب

ب) تفكك المركب الايوني الصلب الى ايونات مثل Na^+ ، Cl^-

س/ يعتبر التسخين من العوامل التي تؤدي الى زيادة الانتروبي ؟

الحل/ ان التسخين يؤدي الى : 1) زيادة الطاقة الحركية الانتقالية للجزيئات

2) زيادة الحركة الدورانية و الاهتزازية و زيادة انواع الطاقات المرتبطة جميعها بالحركة الجزيئية فتزداد العشوائية .

سؤال 1–2/ماهي وحدات الاثالبي والانتروبي وطاقة كبس الحرة بالوحدات الدولية(SI)

وحدات طاقة كبس = J/mol وحدات الانتروبي = J/K.mol الاثالبي = KJ/mol

التعاليل

علل/ لا تعتبر الحرارة والشغل دوال حال ؟

ج– لان قيمتها تتغير بتغير ظروف التجربة حيث تعتمد على المسار والخطوات التي يتم من خلالها التغير فهي لاتعتمد على الحالة الابتدائية و النهائية للنظام .

يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل و الناتجة منه عند كتابة المعادلات الحرارية . (سؤال 5)

السبب لان كمية الحرارة الممتصة او المنبعثة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل .

سؤال 1–18 / ماذا تعني ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية و ما هي اوجه الاختلاف عن الظروف القياسية STP في الغازات ؟الحل : ان ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية هي : 1atmوضغط 25 °C و(298K) اما الظروف القياسية للغازات حسب نظام STP هي : 1 atmوضغط (273K) او 0 °C

تطبيقات معادلة كبس اشارة كل من ΔH ، ΔS تؤثر على قيم ΔG في الحالات الاربعة الاتية :

1) $\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$ التفاعل تلقائي عند

درجات الحرارة العالية (+) - (+)

(-) (+)

عندما T كبيرة (بالتسخين) $\Delta G = - \Leftarrow \Delta H < T.\Delta S$

يوم المرء ثلاث ساعات
ساعة للعمل والعبادة
وساعة لأهله..
وساعة للراحة..
علي عليه السلام

2) $\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$

(+) - (-)

(+) (+)

ΔG = (+) لاتاثير بدرجة الحرارة (لاتلقائي دائماً)

3) $\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$

(-) - (+)

(-) (-) تلقائي دائماً بغض النظر عن درجة الحرارة ΔG = (-)

لم يعد في وسعي التحمل ... اعطني البندقية .
اه .... ماذا ستفعل ؟ الانتحار خطيئة !
اي انتحار ايها الابله ...
سوف اقتل الجميع !
دوستويفسكي

4) $\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$

(-) - (-)

(-) (+)

يكون التفاعل تلقائي عند درجات الحرارة الواطئة عندما تكون T صغيرة (بالتبريد) ΔG = (-)

$\Delta H > T.\Delta S$

سؤال 1–39/ علل ما يأتي على ضوء علاقة كبس :

1. عملية انصهار الجليد تلقائية و بالضروف الاعتيادية .(2015/2013)

الحل/ ΔG = - (عملية انصهار الجليد تلقائية)

عملية الانصهار تحول من الحالة الصلبةالى السائلة (تحول من النظام الى اللا نظام) ΔS = +

ΔH = + (عملية الانصهار عملية ماصة للحرارة)

$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$

= (+) – (+)

= (+) (-)

لان $\Delta H < T.\Delta S$ تكون $\Delta G = -$

2. لا يتحلل الماء الى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية (2013-2014-2015)

الحل / لا يتحلل الماء (عملية لا تلقائية) $\Delta G = +$

عملية التحلل تجزئة (تحول من الانتظام الى لا انتظام) $\Delta S = +$

العملية ماصة للحرارة $\Delta H = +$

$$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$$

= (+) - (+)

= (+) (-)

لان $\Delta H > T.\Delta S$ تكون $\Delta G = +$

3. يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت في الماء تلقائياً و يبعث حرارة اثناء الذوبان ؟ (2013)

الحل/ يذوب غاز SO_2 في الماء تلقائياً (عملية تلقائية) $\Delta G = -$

عملية ذوبان الغاز في سائل اي تحول من غاز الى سائل (تحول من لا انتظام الى انتظام) $\Delta S = -$

بما ان عملية انبعاث حرارة اثناء الذوبان (باعث) اذن $\Delta H = -$

$$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$$

(-) - (-)

(-) (+)

لان $\Delta H > T.\Delta S$ تكون $\Delta G = -$

4. لاتتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية ؟ (2016)

الحل / بما ان كاربونات الكالسيوم لا تتفكك (تفاعل لا تلقائي) اذن $\Delta G = +$

بما ان عملية التفكك تحول من انتظام الى لا انتظام اذن $\Delta S = +$

بما ان العملية ماصة للحرارة . اذن $\Delta H = +$

$$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$$

(+) - (+)

(-) (+)

لان $\Delta H > T.\Delta S$ تكون $\Delta G = +$

5. تفكك اوكسيد الزئبق يكون تلقائي دائماً عند درجات الحرارة العالية ؟

الحل / بما ان تفكك اوكسيد الزئبق تلقائي اذن $\Delta G = -$

بما ان عملية التفكك تحول من انتظام الى لا انتظام (زيادة العشوائية) اذن $\Delta S = +$

بما ان العملية ماصة للحرارة . اذن $\Delta H = +$

$$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$$

(+) - (+)

(-) (+)

لان $\Delta H < T.\Delta S$ تكون $\Delta G = -$

س 7 واجب /يذوب ملح الطعام في الماء في درجات الحرارة الاعتيادية و بسبب ذلك انخفاض في درجة حرارة المحلول . فسر ذلك في ضوء علاقة كببس ؟ (2014)

6. يتجمد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً . وليس بدرجات الحرارة الاعتيادية ؟

الحل/ بما ان عملية تجمد الماء تلقائية اذن $\Delta G = (-)$

عملية الانجماد تحول من حالة السائلة الى الصلبة اي تحول من لا انتظام الى انتظام $\Delta S = (-)$

بما ا عملية الانجماد هي عملية باعثة للحرارة اذن $\Delta H = (-)$

$$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$$

(-)   (-) - (-)

(-) > (+)

اذن عند درجات الحرارة المنخفضة يكون $\Delta H > T.\Delta S$ ويكون التفاعل تلقائي لان $\Delta G = (-)$

7- يتحلل الاوزون الى الاوكسجين تلقائياً عند درجات الحرارة جميعها ؟

الحل / بما ان عملية تلقائية $\Delta G = (-)$

زيادة بالعشوائية $\Delta S = (+)$

بما ان العملية هي عملية باعثة للحرارة اذن $\Delta H = (-)$

$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$

(-) - (+)

(-) (-) يكون تلقائي دائماً

8- بعض الاملاح تذوب في الماء تلقائياً بالرغم من ان عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص حرارة

اذا استطعت ان تصنع حلماً ذلك يعني بانك تستطيع ان تحققه

المسائل الرياضية

الحرارة	$q = S . m . \Delta T$	$C = S . m$	$q = C . \Delta T$

مثال 1-1 : ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها (870g) من (5c°) الى 95c°) علماً ان الحرارة النوعية للحديد تساوي (0.45 J/g.c°) .

الحل /

$\Delta T = Tf - Ti = 95 - 5 = 90\ c^{\circ}$

$q = S . m . \Delta T = 0.45\ (j/g.c) \times 870\ g \times 90\ C = 35235\ J$

تمرين 1–1 / تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها 10g من 25c° الى 45c° مع اكتساب حرارة مقدارها 205J احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم ؟

$\Delta T = Tf - Ti = 45 - 25 = 20\ C^{\circ}$

$q = S \times m \times \Delta T$

$205J = S \times 10g \times 20\ ^{\circ}C$

$$S = \frac{205\ J}{10\ g \times 20\ ^{\circ}C} = 1.03\ J/g.^{\circ}c$$

سؤال 1–9 / قطعة من الفضة كتلتها 360 g وسعتها الحرارية (86 J/°C) احسب حرارتها النوعية ؟

الحل /

$$C = S.m \Rightarrow S = \frac{C}{m} = \frac{86\ J/C}{360\ g} = 0.24\ J/g.c$$

سؤال 1–13 /(2016)/ت/ سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من درجة حرارة 25 °C الى 40 °C ما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700 J . احسب الحرارة النوعية لهذ المادة

الحل /

$q = S \times m \times \Delta$

$$S = \frac{q}{m\,.\,\Delta T} = \frac{5700\ J}{155\ g\,(40-25)} = \frac{5700\ J}{155\ g\,(15\ C\,)} = \frac{5700}{2325} = 2.45\ J/g.C$$

سؤال 1–14 / 4.5g من الذهب امتصت 276 J من الحرارة عند تسخينها فاذا علمت ان الحرارة الابتدائية 25 °C احسب درجة الحرارة النهائية اذا علمت ان الحرارة النوعية للذهب 0.13J/g.°C

الحل/

$q = S \times m \times \Delta T$

$276 = 0.13 \times 4.5 \times \Delta T$

$$\Delta T = \frac{276\ J}{0.13\ J/g.C \times 4.5\ C} = \frac{276}{0.585} = 471.8\ ^{\circ}C$$

$\Delta T = T_f - T_i$

$471.8 = T_f - 25$

$T_f = 471.8 + 25$

$T_f = 496.8\ ^{\circ}C$

عشقت ذنوبي عندما رأيت إيمانكم المزيف. دوستويفسكي

قد يتقبل الكثيرون النصح.... لكن الحكماء فقط هم الذين يستفيدون منه

(كيفية حل مسائل المسعر)

1– $\Delta T = T_f - T_i$

2– نجد كمية الحرارة للماء ودائما تكون سالبة $q = S \times m \times \Delta T$

3– نجد عدد مولات المادة داخل المسعر $n = \frac{m}{M}$

4– نستخرج الحرارة q من احتراق مول واحد n

$$q_{J/mol} = \frac{q\ J}{n\ mol}$$

5– لان الحرارة الناتجة مقاسة في مسعر مفتوح تحت ضغط ثابت اذن $q_{p} = \Delta H$

6– نحولها لوحدات KJ/mol بقسمة الناتج على 1000

7– اذا طلب q الناتجة من احتراق اكثر من مول نضرب الناتج النهائي بالمولات المطلوبة

تمرين 1–2 (2013/د1) اذا تم حرق 3g من مركب الهايدرازين N_2H_4 كتلته المولية تساوي 32g/mol في مسعر مفتوح يحتوي على 1000g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2J/g.c) فان درجة الحارة ترتفع من $24.6C^0$ الى $28.2C^0$ احسب الحرارة المتحررة من احتراق مول واحد من الهايدرازين بوحدة KJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

الحل :

1- $\Delta T = T_f - T_i = 28.2 - 24.6 = 3,6\ C^0$

2- $q = S \times m \times \Delta T = 4.2\ (J/g.C) \times 1000\ g \times 3.6\ C = -\ 15120\ J$ و بما ان الحرارة متحررة اذن

3- نجد عدد مولات المادة داخل المسعر

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3\ g}{32\ g/mol} = 0.09375\ mol$$

4- نجد الحرارة المتحررة من احتراق مول واحد

$$q_{J/mol} = \frac{q}{n} = \frac{-15120\ J}{0.09375\ mol} = -161280\ J/mol$$

$$q = \frac{-15120}{\frac{3}{32}} = -15120\ x\ \frac{32}{3}$$

$$q = \frac{(-483840)}{3} = -161280$$

5- q تقاس في مسعر مفتوح اي تحت تاثير الضغط الجوي (ثبوت الضغط)

$q_p = \Delta H = -161280$ J/mol اي ان كمية الحرارة او انثالبي احتراق مول واحد من الهايدرازين

$$\Delta H_{(KJ/mol)} = \frac{-161280}{1000} = -161.28 \text{ KJ/mol}$$

مثال 1–2 / 2015 / 1د / وضعت 3gمن مركب الكلوكوز الكتلة المولية للكلوكوز (180g/mol)في وعاء العينة ثم ملىء وعاء التفاعل بغاز الاوكسجين . وضع هذا الوعاء داخل وعاء المعزول الذي مليء بكمية 1200g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2J/g.C⁰)و كانت درجة الحرارة الابتدائية تساوي21C⁰ احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة وجد ان التفاعل رفع درجة حرارة المسعر و محتوياته الى 25.5C⁰ احسب :

كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق 1mol من الكلوكوز . افرض ان حرارة المسعرمهملة

الحل / –1360.8 KJ/mol

سؤال 1–16 عند حدوث تفاعل في مسعر سعته الحرارية الكلية تساوي 2.4KJ/°C فان درجة حرارة المسعر ترتفع بمقدار 0.12C⁰ احسب التغيير في الانثالبي لهذا التفاعل ؟

الحل / درجة حرارة المسعر ترتفع بمقدار 0.12 يعني $\Delta T = 0.12$

$\Delta H_r = q_p = C \times \Delta T = 2.4 \times 0.12 = -0.288$ KJ

لا ينبغي ان يشبه الانسان جمهرة الناس !..
كن مختلفاً
حتى لو صرت وحيداً
دوستويفسكي

سؤال 1–17/ 2013/د2 — 2015/د3 / اذا تم حرق عينة كتلتها 1.5g من حامض الفليك (M=60g/mol) بوجود كمية كافية من الاوكسجين و كان المسعر يحتوي على 750g من الماء الحرارة النوعية للماء (4.2J/g.C⁰) فاذا ارتفعت حرارة المسعر و محتوياته من 24C⁰ الى 28C⁰ احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

ج / 504 KJ/mol

. "Don't spend time beating on a wall, hoping to transform it into a door."– Coco Chanel

العناصر التالية تكتب جواهة 2 والبقية كلشي لا تكتب

H_2 , O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2

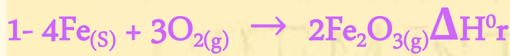
ودير بالك من الفسفور P_4

اما البقية مثل C , S , Fe , Al ,

$$\Delta H^0f = \frac{\Delta Hr}{n}$$

n هي عدد مولات الناتج

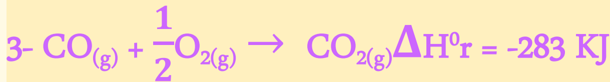
مثال 4-1 : اي من التفاعلات التالية تتساوى فيها ΔH^0r مع ΔH^0f للمركبات المتكونة



1- $4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(g)}$ ΔH^0r



2- $C_{(gra)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H^0r = -394$ KJ



3- $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H^0r = -283$ KJ

الحل / التفاعل (1) لا تتساوى ΔH^0f مع ΔH^0r لان الناتج 2mol

التفاعل (2) $\Delta H^0f = \Delta H^0r$ يتكون مول واحد من CO_2 من عناصره الاساسية باثبت صورها . اما التفاعل (3) $\Delta H^0f \neq \Delta H^0r$ وذلك لان المتفاعلات ليست عناصر اساسية لان CO مركب .

تمرين 4-1/ احسب انثالبي التفاعل القياسي ΔH^0r للتفاعل التالي : $H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2HF$

اذا علمت ان ΔH^0_f لـــ $Hf = -271$ KJ/mol ؟

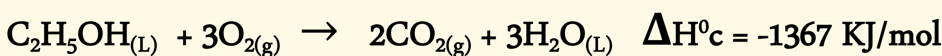
الحل / $\Delta H^0_f = \frac{\Delta H^0r}{n} \Longrightarrow \Delta H^0r = \Delta H^0f \times n_p = -271 \times 2 = -542$ KJ

$$\Delta H^0c = \frac{\Delta H^0 r}{n}$$

n هي عدد مولات المحترق

مثال 5-1 / اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لحرق كحول الاثيل السائل اذا علمت ان ($\Delta H^0c = -1367$ KJ/mol)

الحل/ يحرق مول واحد من الكحول مع كمية وافيه من الاوكسجين لبعث حرارة مقدارها -1367KJ/mol



$C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$ $\Delta H^0c = -1367$ KJ/mol

تمرين 1–6 / اكتب معادلة احتراق غاز البروبان C_3H_8 اذا علمت ان : $\Delta H^{o}c_{(C_3H_8)} = -221$ KJ/mol ؟

"Anyone who has ever made anything of importance was disciplined." —Andrew Hendrickson

عند الموازنة اذا كان المركب يحتوي على اوكسجين اصلي نقوم بجمع اوكسجين النواتج ونطرحها من عدد ذرات الاوكسجين الاصلي في المركب ثم نوازن مع المتفاعلات

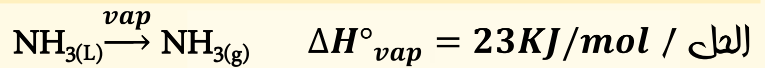
سؤال 1–20/ 2013– 2014 / احسب التغير في اثالبية التكوين القياسية $\Delta H^{o}f$ (Al_2O_3) و التغير في اثالبي الاحتراق القياسي $\Delta H^{o}c$ (Al) في التفاعل الاتي : $4Al_{(S)}$ $+3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(g)}$ $\Delta H^{o}r = -3340$ KJ ؟

الحل /

$$\Delta H^{\circ}{}_{c} = \frac{\Delta\, H^{\circ}r}{n_c} = \frac{-3340}{4} = -835 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}{}_{f} = \frac{\Delta H^{\circ}r}{n_p} = \frac{-3340}{2} = -1670 \text{ KJ/mol}$$

مثال 1–6 / 2015 / اذا علمت ان اثالبي التبخر للامونيا تساوي 23 KJ/mol احسب اثالبي التكثف للامونيا ؟


الحل / $\Delta H^{\circ}{}_{vap} = 23 KJ/mol$ $NH_{3(L)} \xrightarrow{vap} NH_{3(g)}$

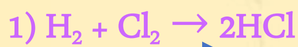
و بما ان عملية التكثيف عكس عملية التبخر $\Delta H^{\circ}{}_{cond} = -23\ KJ/mol$ $NH_{3(g)} \xrightarrow{cond} NH_{3(L)}$

التعرف على اسئلة هيس : يعطي عدد من المعادلات معلومة الاثالبي (مساعدة : في الحل) ويطلب اثالبي لمعادلة واحدة (الهدف : الثابت) تكون دائماً بعد كلمة احسب

كيف تجيب على مسائل قانون هيس

تقارن المعادلة الهدف(المطلوبة) مع جميع المعادلات في السؤال(معادلات مساعدة) كل على حدة لنبين ذلك في حل السوال ادناه

سؤال 1–21 / من المعادلات الحرارية التالية عند درجة حرارة $25\ c^0$ و ضغط 1atm

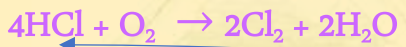


1) $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ $\Delta H^0r = -185$ KJ



2) $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ $\Delta H^0r = -484$ KJ

معادلات مساعدة



احسب ΔH^0r للتفاعل $4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O$

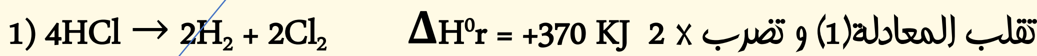
الهدف

الحل /

1- اختار اول عنصر او مركب مشترك بين المعادلة الهدف و المعادلة التي تقارن شرط ان يكون مشترك بين هاتين المعادلتين فقط و غير موجود في معادلة اخرى .

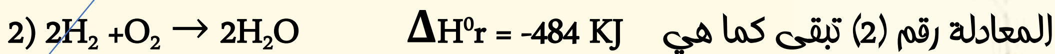
2- تقارن من حيث الموقع (نواتج ، متفاعلات) و من حيث عدد المولات (يسار العنصر)

3- ناتج المقارنة هو (تقلب المعادلة او تضرب بعدد او تترك كما هي) ثم نكتب المعادلة بعد تغيرها وتغير قيمة الاثالبي

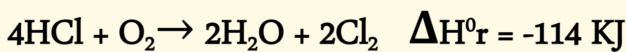


1) $4HCl \rightarrow 2H_2 + 2Cl_2$ $\Delta H^0r = +370$ KJ   تقلب المعادلة(1) و تضرب x 2

4- ننتقل الى المادة الثانية في المعادلة (هنا O_2) ونعيد الخطوات اعلاه وهكذا بقية مواد معادلة الهدف



2) $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ $\Delta H^0r = -484$ KJ   المعادلة رقم (2) تبقى كما هي



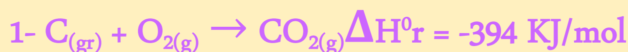
$4HCl + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2Cl_2$ $\Delta H^0r = -114$ KJ

5- يجب استخدام جميع المعادلات المساعدة في الحل ولمرة واحدة فقط

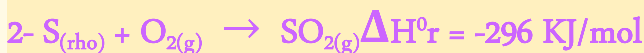
6- نجمع المعادلات المساعدة بعد التغير فاذا كانت المعادلة الناتجة نفس معادلة الهدف فان الحل صحيح

7- نجمع قيم اثالبي المعادلات المساعدة وهي تساوي قيمة اثالبي معادلة الهدف

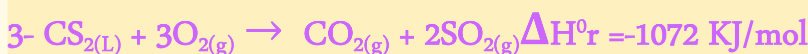
مثال 1–7 / احسب اثالبي التكوين القياسي للمركب CS_2 من عناصره الاساسية باثبت صورها . من المعادلات التالية



1- $C_{(gr)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H^0r = -394$ KJ/mol



2- $S_{(rho)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$ $\Delta H^0r = -296$ KJ/mol



3- $CS_{2(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$ $\Delta H^0r = -1072$ KJ/mol

احياناً لا يعطى المعادلة الهدف هنا يجب عليك كتابتها و هي غالباً تكون معادلة تكوين

الحل / المعادلة المطلوبة تكوين المركب CS_2 $C_{gra} + 2S \rightarrow CS_2 \quad \Delta H^0f = ?$

المعادلة الاولى تترك $C_{(gr)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H^0r = -394$ KJ/mol

والثانية تضرب 2 x $2S_{(rho)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} \quad \Delta H^0r = -592$ KJ/mol

والثالثة تقلب $CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \rightarrow CS_{2(L)} + 3O_{2(g)} \quad \Delta H^0r = 1072$ KJ/mol

---

$C_{(gra)} + 2S \rightarrow CS_2 \quad \Delta H^0f = +86$ KJ/mol

تمرين 1–8/ احسب انثالبي التكوين القياسي للاستيلين C_2H_2 من عناصره الاساسية $2C_{(gra)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)}$ اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

1- $C_{gre} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H^0r = -394$ KJ

2- $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(L)} \quad \Delta H^0r = -286$ KJ

3- $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(L)} \quad \Delta H^0r = -2599$ KJ

ج / 225.5

سؤال 1–22 / اذا اعطيت المعادلات الحرارية التالية عند درجة حرارة 25 C وضغط 1 atm

(1) $\frac{1}{2} N_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow NO_{2\,(g)} \quad \Delta H^0r = 33$ KJ

(2) $N_{2\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow N_2O_{4\,(g)} \quad \Delta H^0r = 11$ KJ

احسب ΔH^0r للتفاعل الاتي : $2NO_2 \longrightarrow N_2O_4$

اذا كنت تجد المتعة في عملك فسيجد الاخرون المتعة في العمل تحت امرتك....

سؤال 1–23 / اذا كانت لديك المعادلات التالية عند درجة حرارة $25c^0$ و ضغط 1atm

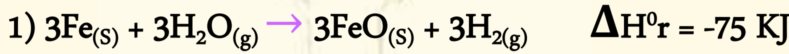
1) $FeO_{(S)} + H_{2(g)} \rightarrow Fe_{(S)} + H_2O_{(g)} \quad \Delta H^0r = 25$ KJ

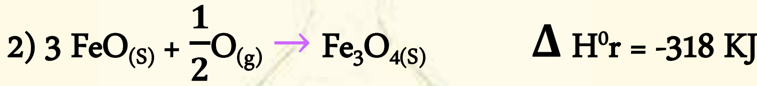
2) $3\,FeO_{(S)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow Fe_3O_{4(S)} \quad \Delta H^0r = -318$ KJ

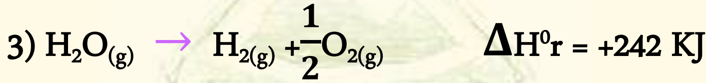
3) $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(S)} \quad \Delta H^0r = -242$ KJ

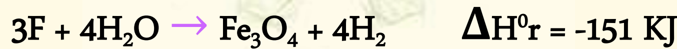
احسب ΔH^0r للتفاعل : $3Fe_{(S)} + 4H_2O_{(g)} \rightarrow Fe_3O_{4(g)} + 4H_{2(g)} \quad \Delta H^0r = ?$ KJ

الحل/ تقلب المعادلة(1) و تضرب 3x و ترك المعادلة (2) و تقلب المعادلة (3)


1) $3Fe_{(S)} + 3H_2O_{(g)} \rightarrow 3FeO_{(S)} + 3H_{2(g)}$ $\Delta H^0r = -75$ KJ


2) $3\ FeO_{(S)} + \frac{1}{2}O_{(g)} \rightarrow Fe_3O_{4(S)}$ $\Delta\ H^0r = -318$ KJ


3) $H_2O_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H^0r = +242$ KJ

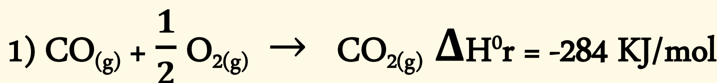

$3F + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$ $\Delta H^0r = -151$ KJ

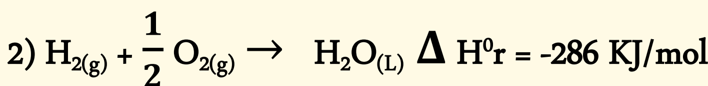
$ عند مقارنة مادة متكررة باكثر من معادلة مساعدة يجب حساب عدد المولات في المعادلات المساعدة الجديدة بعد تغيرها عند المقارنة

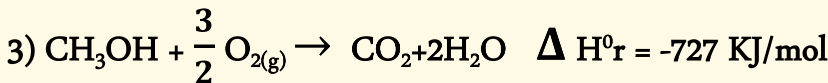
$ احياناً يعطي قيم انثالبي احتراق او اي نوع من الانثالبي دون ان يعطي معادلته هنا يجب ان نكتب معادلة الانثالبي لكل قيمة معطاة في السؤال

سؤال 1–35 / اذاعلمت ان انثالبي احتراق كل من غاز CO , H_2 , CH_3OH بوحدات kJ/mol وهي على التوالي 284 - , 286- ,727 - احسب $\Delta H^\circ r$ باستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$:

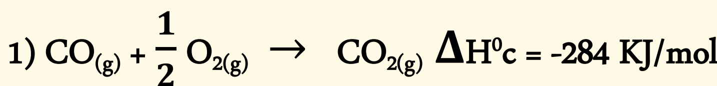
Sol: نكتب اولاً معادلات الاحتراق

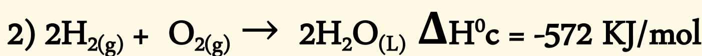

1) $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H^0r = -284$ KJ/mol

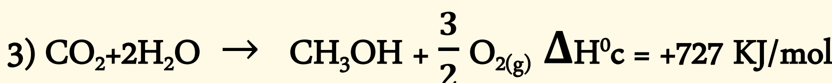

2) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(L)}$ $\Delta\ H^0r = -286$ KJ/mol

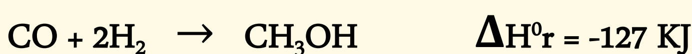

3) $CH_3OH + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ $\Delta\ H^0r = -727$ KJ/mol

والمعادلة المطلوبة: $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_3OH_{(L)}$ إذن الاولى تترك والثانية تضرب2xوالثالثة تقلب


1) $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H^0c = -284$ KJ/mol


2) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(L)}$ $\Delta H^0c = -572$ KJ/mol


3) $CO_2 + 2H_2O \rightarrow CH_3OH + \frac{3}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H^0c = +727$ KJ/mol


$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$ $\Delta H^0r = -127$ KJ

استخدام قيم انثالبي التكوين القياسي ΔH^0_f

$$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0_f \text{ نواتج} - \sum n\Delta H^0_f \text{ متفاعلات}$$

مثال 1 - 8 / يجري تفاعل الثرميت على الصورة الآتية : $2Al_{(S)} + Fe_2O_{3(S)} \rightarrow Al_2O_{3(S)} + 2Fe_{(L)}$

احسب انثالبي التفاعل القياسية لهذا التفاعل اذا علمت ان :

$\Delta H^0_f (Al_2O_{3(s)}) = - 1670$ KJ/mol

$\Delta H^0_f (Fe_2O_{3(S)}) = - 822$ KJ/mol

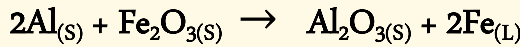
$\Delta H^0_f (Fe_{(L)}) = 12$ KJ/mol

نستخدم القانون اعلاه (قانون السميشن) عندما يعطي في السؤال قيم ΔH^0_f

خطوات حل

1- كتابة المعادلة
2- كتابة قيم الانثالبي تحت كل مادة في المعادلة
3- كتابة القانون
4- تعويض قيم الانثالبي في القانون على شكل (اقواس كبيرة)

الحل / باستخدام الخطوات الاربعة



$2Al_{(S)} + Fe_2O_{3(S)} \rightarrow Al_2O_{3(S)} + 2Fe_{(L)}$

– 822   -1670   2(12)

$$\Delta H^0r = \sum n\, \Delta H^0f \text{ نواتج} - \sum n\, \Delta H^0f \text{ متفاعلات}$$

$$\Delta H^0r = [- 1670 + 2(12)] - [- 822] = -1670 + 24 + 822 = - 824 \text{ KJ}$$

تمرين 1 – 9 / 2013   يحترق البنزين في الهواء ليعطي CO_2 و الماء السائل احسب ΔH^0_r لهذا التفاعل اذا علمت : $\Delta H^0_f (C_6H_{6(L)}) = 49$ kJ/mol $\Delta H^0_f (CO_{2(g)}) = -394$ kJ/mol $\Delta H^0_f (H_2O_{(L)}) = -286$ kJ/mol

ج / -3271 kJ/mol

سؤال 1– 19/ في مسعر حراري وضع 2.6 g من الاستيلين $C_2H_2(M = 26$ g/mol) فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي 130 KJ احسب انثالبي التكوين القياسي للاستيلين اذا علمت ان : $\Delta H^0_f (CO_2) = - 393.5$ KJ/mol . $\Delta H^0_f (H_2O) = -286$ KJ/mol

الحل / نجد عدد مولات الاستيلين

$$1\text{- } n = \frac{m}{M} = \frac{2.6 \text{ g}}{26 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$2\text{- } \Delta H^0r = q_p = \frac{q}{n} = \frac{-130\ kJ}{0.1 \text{ mol}} = -1300 \text{ KJ/mol}$$

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

ان العقل البشري له القابلية على
فهم و ادراك اي شيء......
فلا يوجد مستحيل
امام هذا العقل

3- $C_2H_2 + \frac{5}{2} O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$ نكتب معادلة الاحتراق

$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0f_{\text{نواتج}} — \sum n\Delta H^0f_{\text{متفاعلات}}$

$-1300 = [(-286) + (2 \times -393)] - [(\frac{5}{2} \times 0) + X]$

$-1300 = -1073 - X$

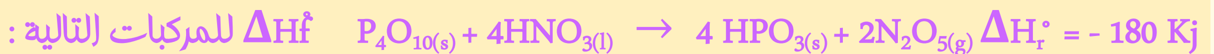
$X = 1300 - 1073 = 227$ KJ

سؤال 1—25 / احسب ΔH^0r للتفاعل الاتي : عند $25c^0$ و 1atm $2NH_3 + 3O_2 + 2CH_4 \rightarrow 2HCN + 6H_2O$ اذا كانت لديك المعلومات الاتية $\Delta H^0f(CH_4) = -75$ KJ/mol و $\Delta H^0f(H_2O) = -242$ KJ/mol

$\Delta H^0f(HCN) = 135$ KJ/mol و $\Delta H^0f(NH_3) = -80$ KJ/mol

ج / - 872 KJ

سؤال 1—26/ احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $HPO_{3(s)}$ اذا اعطيت المعلومات الاتية :

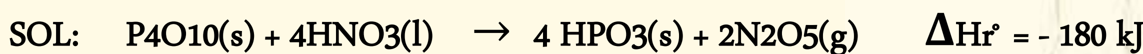


$P_4O_{10(s)} + 4HNO_{3(l)} \rightarrow 4\,HPO_{3(s)} + 2N_2O_{5(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -180$ Kj

ΔHf للمركبات التالية :

$\Delta H_f(P_4O_{10}) = -2984$ kJ/mol و $\Delta H_f(HNO_3) = -174$ kJ/mol

$\Delta H_f^\circ(N_2O_5) = -43$ kJ/mol



SOL: $P_4O_{10}(s) + 4HNO_3(l) \rightarrow 4\,HPO_3(s) + 2N_2O_5(g)$ $\Delta Hr^\circ = -180$ kJ

-2984 + 4 (-174)   4X + 2 (-43)

$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0f_{pr} - \sum n\Delta H^0f_{Re}$

$-180 = [4X + 2(-43)] - [-2984 + 4(-174)]$

$-180 = 4X + (-86) - (-2984 - 696)$

$-180 = 4X - 86 - (-3680)$

$-180 = 4X - 86 + 3680$

$-180 = 4X + 3594$

$4X = -3594 - 180$

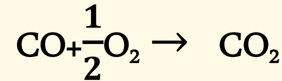
$4X = -3774$

$X = -943.5$ kJ/mol

$ يذكر في السؤال احياناً حرارة التفكك انثالبي التفكك - = انثالبي التكوين

وزاري 2013/احسب انثالبي التكوين القياسي ΔH^0f لغاز CO اذا علمت ان حرارة تفكك CO_2 هي $(+394KJ/mol)$ و ان حرارة التفاعل الاتي هي $(\Delta H^0r = -283KJ)$ $CO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2$

الحل/ حرارة التفكك $-= \Delta H^0f$ $\Delta H^0f(CO_2) = -394$ KJ/mol


$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$

$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0f_{pr}$ نواتج $- \sum n\, \Delta H^0f_{Re}$ متفاعلات

$-283 = -394 - \Delta H^0f(CO)$

$\Delta H^0f(CO) = -111$ KJ/mol

هـل انـت قـادر عـلى حـل السؤال بطريقة اخرى

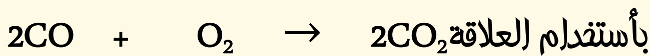
حساب الانتروبي القياسي :

$$\Delta S^0_r = \sum n\, S^0_{(p.)} - \sum n\, S^0_{(R.)}$$

مثال 1–10 / احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS^0_r للتفاعل التالي : $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

اذا علمت ان $S^0_{CO} = 198$ J/K.mol , $S^0_{CO_2} = 214$ J/K.mol , $S^0_{O_2} = 205$ J/K.mol

الحل /


$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ بأستخدام العلاقة

$2(198) + (205) \qquad 2(214)$

$\Delta S^0_r = \sum n\, S^0_{(p.)} - \sum n\, S^0_{(R.)}$

$\Delta S^0_r = (2\times214)J/K.mol - (2\times198+205)J/K.mol$

$\Delta S^0_r = 428 - 601 = -173$ J/K.mol

سؤال 2–33 / اذا علمت ان قيمة ΔS°_r للتفاعل تساوي 137 J/K.mol عند درجة حرارة $25c^0$ و ضغط 1atm وان قيمة $S^\circ o_2 = 206$ ، احسب قيمة S° للاوزون O_3


$2O_{3(g)} \rightarrow 3O_{2(g)}$

طاقة كبس الحرة :

$$\Delta G^\circ_r = \Delta H^\circ_r - T\, \Delta S^\circ_r$$

نستخدم هذا القانون عندما يعطى في السؤال:

1- ΔH°_r او ΔH°_f

2- ΔS°_r او S°

$\Delta G^\circ_r = \sum n\Delta G^\circ_{f(p.)} - \sum n\,\Delta G^\circ_{f(R.)}$

نستخدم هذا القانون عندما يعطي في السؤال: ΔG°_f

وحدة قياس ΔG° حسب الوحدات الدولية هي (J/mol)

ΔG°_f للعناصر بأثبت صورها (العناصر الحرة) = 0

مثال 1–11/ احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل عند الظروف القياسية و بين هل التفاعل يجري تلقائياً ام لا يجري عند هذه الظروف ؟ $2C_6H_{6(L)}+15O_{2(g)} \rightarrow 12CO_{2(g)}+ 6H_2O_{(L)}$ اذا علمت ان :

$\Delta G^0_f\,(C_6H_{6(L)}) = 173$ KJ/mol $\Delta G^0_f\,(CO_{2(g)}) = -394$ KJ/mol $\Delta G^0_f\,(H_2O_{(L)}) = -237$ KJ/mol

Sol : $\Delta G^0_r = \sum n\,\Delta G^0_{f(p.)} - \sum n\,\Delta G^0_{f(R.)}$

$\Delta G^0_r = [(12\times-394)+(6\times-237)] - [(2\times173)+(15\times0)]$

$\Delta G^0_r = -4728 - 1422 - 346 = -6496$ KJ/mol ΔG^0_r سالبة

والتفاعل تلقائي لان

ارضاء الناس غاية لا تدرك
على عليه السلام

تمرين 1–12 / جد قيمة ΔG^0_r للتفاعل التالي عند الظروف القياسية و بين هل التفاعل يحدث تلقائياً ام لا $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$ اذا علمت : ($\Delta G^0_f(NO) = 87$, $\Delta G^0_f(NO_2) = 52$) كلها مقاسة بوحدة (KJ/mol)

ج / -70 KJ/mol سالبة والتفاعل يحدث تلقائياً

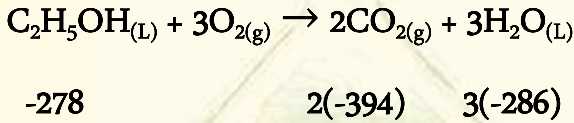
التطبيقات الحسابية لمعادلة كبس

مثال 1-12/ للتفاعل الاتي : $C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$ بالاستعانة بالمعلومات

المادة	ΔH^0_f KJ/mol	S^0 J/K.mol
$C_2H_5OH_{(L)}$	-278	161
$O_{2(g)}$	0	205
$CO_{2(g)}$	-394	214
$H_2O_{(L)}$	-286	70

احسب ΔG^0_r عند الظروف القياسية للتفاعل ؟

الحل/ 1 – حساب ΔH^0_r



$C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$

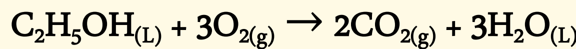
-278 2(-394) 3(-286)

$\Delta H^0_r = \sum n\Delta H^0_{f(p)} - \sum n\Delta H^0_{f(Re)}$

$\Delta H^0_r = [(2\times-394) + (3\times-286)] - [(1\times-278) + (3\times0)]$

$\Delta H^0_r = -788 - 858 + 278 = -1368$ KJ/mol

1. حساب ΔS^0_r



$C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$

$\Delta S^0_r = \sum n\Delta S^0_{(p)} - \sum n\Delta S^0_{(Re)}$

$\Delta S^0_r = [(70\times3) + (2\times214)] - [(161) + (3\times205)]$

$\Delta S^0_r = 638 - 776 = -138$ J/K.mol

يجب ان تحول الى KJ

$\Delta S^0_r\ (KJ/K.mol) = \Delta S^0_r (J/K.mol)\times\frac{1(KJ)}{1000(J)}$

$\Delta S^0_r = \frac{-138}{1000} = -0.138$ KJ/K.mol

3– حساب ΔG^0_r نحول درجة الحرارة من وحدة C^0 الى K

$T(k) = t(c^0) + 273 = 25 + 273 = 298$ K

$\Delta G^0_r = \Delta H^0_r - T\Delta S^0_r = -1368$ KJ/mol $- (298$ K $\times -0.138$ KJ/K.mol$) = -1327$ KJ/mol

بما ان قيمة ΔG^0_r سالبة فالتفاعل يحدث بشكل تلقائي عند $25c^0$ و 1atm

سؤال 1–15/ جد قيمة ΔG^0_r للتفاعل $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية : $\Delta H^0_f\ (CO_2) = -393.5$ kJ/mol $\Delta H^0_f\ (CO) = -110.5$ kJ/mol

$S^0(CO_2) = 214$ J/K.mol , $S^0\ (CO) = 198$ J/K.mol , $S^0\ (O_2) = 205$ J/K.mol

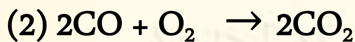
Sol: (1) $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

$2 \times (-110.5)$ $\quad$ $2 \times (-393.5)$

-221 $\quad$ -787

$$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0f_{(pr)} - \sum n\Delta H^0f_{(Re)}$$

$\Delta H^0r = -787 - (-221) = -566$ KJ



(2) $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

$(2\times198) + (205)$ $\quad$ 2×214

$396 + (205)$ $\quad$ 428

601

$$\Delta S^0r = \sum n\Delta S^0_{(pr)} - \sum n\Delta S^0_{(Re)}$$

$= 428 - 601 = -173$ J/K.mol $= -0.173$ KJ/K.mol

(3) $\Delta G^0r = H^0r - T. \; S^0r = -566 - 298\,(-0.173)$

$= -566 - 51.554 = -514.44$ KJ

بما ان $\Delta G^0r = (-)$ اذن التفاعل تلقائي

تمرين 1-13/ احسب ΔG^0_r التفاعل الاتي في ظ . ق $C_5H_{12(L)} + 8O_{2(g)} \rightarrow 5C_{2(g)} + 6H_2O_{(L)}$

حيث تم حساب ΔH^0_r للتفاعل من قيم انثالبي التكوين القياسية و كانت تساوي $\Delta H^0_r = -3536KJ/mol$

وكذلك تم حساب ΔS^0_r وكانت تساوي $\Delta S^0_r = 374$ J/K.mol

الحل/ $\Delta G^0_r = \Delta H^0_r - T.\Delta S^0_r = -3536 \text{ KJ/mol} - (298 \text{ K} \times \frac{374}{1000} \; KJ/K.mol)$

$\Delta G^0_r = -3536 - 111.45 = -3647$ KJ/mol $\quad$ التفاعل تلقائي لان $\Delta G^0_r = (-)$

تمرين 1-14/ اذا كان لدينا التفاعل الاتي : $HCOOH_{(L)} \rightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(L)}$ فاذا كانت قيمة ΔH^0_r للتفاعل تساوي (16 KJ/mol) و التغير في الانتروبي ($\Delta S^0r = 234J/K.mol$) احسب قيمة التغيير في الطاقة الحرة القياسية للتفاعل عند ظ. ق $25c^0$ وضغط 1atm وهل التفاعل تلقائي ام لا ؟

الحل/ $\Delta G^0r = (-)$ التفاعل تلقائي

سؤال 1–36/ جد درجة الحرارة التي يصبح عندها التفاعلات الاتية تلقائية :

A) ΔS = +48 J/K.mol , ΔH = +126 KJ/mol

B) ΔS = -105 J/K.mol , ΔH = -12 KJ / mol

من يطلب درجة الحرارة نفرض طاقة كبس الحرة صفر ونبدي الحل

لايجاد درجة الحرارة التي تكون فيها التفاعلات A و B تلقائية نفترض ان قيمة $\Delta G_r = 0$

يجب اولاً توحيد وحدات ΔH_r مع وحدات ΔS_r وذلك بتحويل وحدة ΔS_r من KJ/K.mol الى J/K.mol

وعلى النحو الاتي

$$\Delta S_r = -48 \times \frac{1(KJ)}{1000(J)} = -0.048 KJ / K.mol$$

$$\Delta S_r = 105 \times \frac{1(KJ)}{1000(J)} = 0.105 KJ / K.mol$$

التفاعل A

$$\Delta G_r = \Delta H_r - T\,\Delta S_r$$

$$0 = (-126 KJ / mol) - (T(K) \times 0.048) KJ / K.mol$$

$$(T(K)) = \frac{(-126 KJ / mol)}{(0.048) KJ / K.mol} = 2625K$$

اذا كان الانثالبي والانتروبي اشارتهم موجبة بنهاية الحل نكول يجب تسخين التفاعل

ليجري تلقائياً يجب تسخين التفاعل لأكثر من 2625K

التفاعل B

$$0 = 12 KJ / mol - (T(K) \times 0.105 KJ / K.mol)$$

$$T(K) = \frac{12 KJ / mol}{0.105 KJ / K.mol} = 114.3K$$

اذا كان الانثالبي والانتروبي اشارتهم سالبة بنهاية الحل نكول يجب تبريد التفاعل

يجب تبريد التفاعل الى اقل من درجة حرارة 114.3 K

سؤال 1–37 / من قيم ΔH ، ΔS تنبأ بأي التفاعلين التاليين يكون التفاعل تلقائياً عند درجة حرارة $25c^{0}$ و ضغط 1atm

A) $\Delta S = +30\ J/K.mol$, $\Delta H = 11\ KJ/mol$

B) $\Delta S = 113\ J/K.mol$, $\Delta H = 2\ KJ/mol$

واذا لم يكن كل من التفاعلين تلقائياً عند 25c° في اي درجة حرارة يكون تلقائياً ؟

الحل /(A)

$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$ نحول ΔS الى KJ

$\Delta G = 11 - 298\ (0.03) = 11 - 8.94 = 2.06\ KJ$

التفاعل A غير تلقائي ولايجاد درجة الحرارة التي يكون فيها تلقائياً نحسب درجة الحرارة التي تكون فيها

ΔGr مساوية الى 0 KJ/mol

$$\Delta G'r = 0 = 11KJ / mol - (TK) \times (0.03KJ / K.mol)$$

$$T(K) = \frac{11KJ / mol}{0.03KJ / K.mol} = 366.7K$$

اي ان التفاعل يصبح تلقائياً عند تسخينه الى درجة حرارة اكبر من 366.7 K او بوحدة C°

$t\ C^o\ (\ ) = 366.7 - 273 = 93.7\ C^o$

(B) (2014)

$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$

$\Delta G = 2 - 298\ (0.113)$

$\Delta G = -31.67\ KJ$

بما ان ΔG سالبة اذن تلقائي عند $25c^0$.

بالنسبة للانتروبي : إذا إستخدمناه في حل السؤال بنص الحل لازم تكون الوحدة مالته KJ/K.mol

أما إذا كان ناتج نهائي للحل يعني إخرشي بالسؤال تكون الوحدة مالته J/K.mol

حساب انتروبي التغيرات الفيزيائية :

في عملية الانصهار $\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{Tm}$

في عملية التبخر $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H\ vap}{Tb}$

not : هذه المعادلات تستخدم فقط عندما يكون النظام في حالة اتزان و العمليات فيزيائية (انصهار . تبخر ، تسامي

اذن ΔH هي حرارة (انصهار . تبخر ، تسامي) و T هي درجة الغليان T_b او الانصهار T_m او الانجماد T_{fr} .

تمرين 1–15 / احسب التغيير في الانتروبي للتحول : $H_2O_{(L)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ $\Delta H_{vap} = 44$ KJ/mol

الحل/ درجة غليان الماء تحفظ = 100 سليزية $T_K = 100c^0 + 273 = 373$ K

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H\ vap}{Tb}$$

$\Delta S_{vap} = \frac{44}{373} = 0.118$ KJ/K.mol $\Longrightarrow$ $\Delta S_{vap} = 0.118 \times 1000 = 118$ J/K.mol

مثال 1–13 / احسب انثالبي التبخر ΔH_{vap} للهكسان عند الاتزان بوحدة (KJ/mol) اذا علمت ان درجة غليانه تساوي $69c^0$ ؟

الحل/ $T = c + 273 = 69 + 273 = 342$ K

علاقة تروتن $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H\ vap}{Tb}$

$\Delta H_{vap} = 85$ J/K.mol × 342 K= 29070 J/mol

$\Delta H_{vap} = \frac{29070}{1000} = 29$ KJ/mol

عندما يعطى في السؤال درجة حرارة فقط فنستخدم علاقة تروتن

وإحتمال ما ينطبق اي معلومة (في حالة الماء) ويطلب الانثالبي هم تستخدم علاقة تروتن

حلول اسئلة الفصل الاول المتبقية

سؤال 1–24 / تفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية: $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

فإذاعلمت ان $\Delta S°_f$ للتفاعل 160 J/K.mol و $\Delta H°_f$ لكل من $CaCO_3$, CaO , CO_2 هي على التوالي

بوحدات kJ/mol(-1207 , -635 , -393.5) : (1 $\Delta H°_r$ للتفاعل ثم ارسم مخطط الطاقة

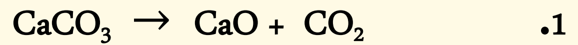
(2 $\Delta G°_r$ للتفاعل (3 درجة الحرارة التي سيصبح عندها التفاعل تلقائي

الحل

.1 $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

-1207   (-635)+(-393.5)

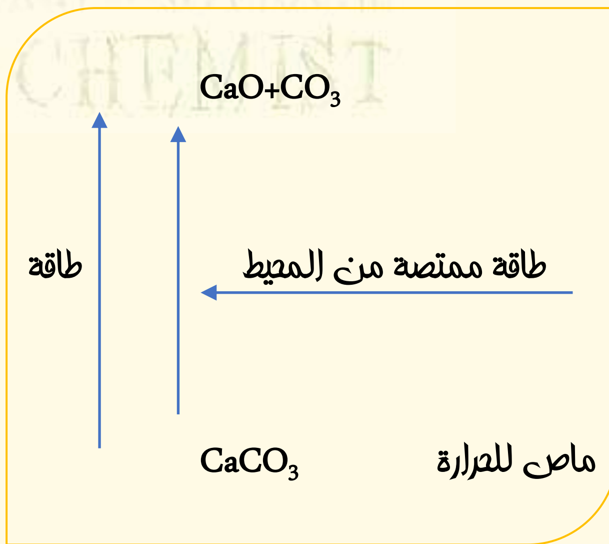
(-1028.5)



$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0f_{(pr)} - \sum n\Delta H^0f_{(Re)}$

ΔH^0r = -1028.5 – (-1207)

ΔH^0r = 178.5 KJ/mol



.2 نحول الجول الى كيلوجول $\Delta S^0r = 160\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ/K.mol}{1000J/K.mol}$ = 0.160 KJ/K.mol

$\Delta G^0r = \Delta H^0r - T.\Delta S^0r$

T_K= 25 + 273 = 298 k

= 178.5 – 298 (0.160)

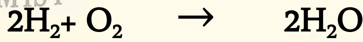
= 178.5 – 47.68 = 130.82 KJ/mol

.3 عند الاتزان $\Delta G^0r = 0$ $T = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{178.5}{0.16} = 1115.6\ K$

يجب تسخين التفاعل لدرجة حرارة اعلى من 1115.6 K ليصبح تلقائي

سؤال 1–31 / للتفاعل : $2H_{2\ (g)} + O_{2\ (g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$ احسب قيمة $\Delta S°_r$ بوحدات J/K.mol علماً بأن :

$\Delta H°_f(H_2O)$ = -242 kJ/mol , $\Delta G°_f(H_2O)$ = -228 kJ/mol



$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

0 0 2×-242 ΔH^0_f

0 0 2×-228 ΔG^0_f

$\Delta H^0_r = \sum n\Delta H^0_{f(pr)} - \sum n\Delta H^0_{f(Re)} = -484 - 0 = -484$ KJ

$\Delta G^0_r = \sum n\Delta G^0_{f(pr)} - \sum n\Delta G^0_{f(Re)} = -456 - 0 = -456$ KJ

$\Delta G^0_r = \Delta H^0_r - T.\Delta S^0_r$

$-456 = -484 - (298.\Delta S^0 r) \Rightarrow (298.\ \Delta\ S^0 r) = 456 - 484 \Rightarrow \Delta S^0 r = \frac{-28}{298}$

$\Delta S^0 r = -0.094$ kJ/K.mol $\Rightarrow$ $\Delta\ S^0 r = -94$ J/mol

سؤال 1–38 / جديد / للتفاعل الاتي : $CaCO_{3\,(S)} \rightarrow CaO_{(S)} + CO_2$ غير تلقائي بالظروف الاعتيادية بين حسابياً بأي درجة حرارة يصبح عندها التفاعل تلقائي عند (627 °C , 927 °C) اذا علمت $\Delta H°_r$ للتفاعل تساوي 178.5 KJ / mol و $\Delta S°_r$ تساوي 160 J/ K.mol ؟

الحل / لكي نعرف تلقائية كل تفاعل نجد $\Delta G°_r$ لكل درجة حرارية

1- عند درجة 627 °C

T = 273 + 627 = 900 K

$\Delta S°_r = 160\ J / K.mol\ .\ \frac{1\ KJ/K.mol}{1000\ J/K.mol} = 0.16\ KJ/K.mol$

$\Delta G°_r = \Delta H°_r - T\ \Delta S°_r$

$\Delta G°_r = 178.5 - (900 \times 0.16) = 178.5 - 144 = 34.5$ التفاعل غير تلقائي

2- عند درجة 927 °C

T = 273 + 927 = 1200 K

$\Delta G°_r = \Delta H°_r - T\ \Delta S°_r$

ΔG°_r = 178.5 – (1200 x 0.16) = 178.5 – 192 = - 13.5   التفاعل تلقائي

الاسئلة التالية هي اسئلة مضافة الى كتاب التطبيقي

سؤال 1–1 / اختر الجواب الصحيح مبيناً السبب بوضوح :

1- يتفاعل فلز الصوديوم مع بخار الماء تلقائياً ويكون محلول هيدروكسيد الصوديوم مع انبعاث حرارة فأن

أ – ΔG > صفر   ب – ΔS > صفر   ج – ΔH > صفر

الحل / الاختيار (ب)   (تفاعل تلقائي) ΔG = (-)

(تفاعل باعث للحرارة) ΔH = (-)

(تحول من صلب الى سائل) زيادة في العشوائية ΔS = (+)

2- يتسامى الجليد تلقائياً عند ما تكون

أ – $T\Delta S > \Delta H$ ب – $T\Delta S < \Delta H$ ج – $T\Delta S = \Delta H$

الحل / الاختيار أ

(تفاعل تلقائي) ΔG = (-)

(تحول من صلب الى غاز) زيادة في العشوائية ΔS = (+)

(تفاعل ماص يحتاج طاقة) ΔH = (+)

بما ان $\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$

(-) = (+) – (+)

(+) > (-)

إذن $\Delta H < T.\Delta S$

3- عند زيادة الضغط على غاز في اناء مغلق بدرجة حرارة ثابته فان قيمة ΔS تصبح

أ- موجبة ب- سالبة ج- صفر

الحل / الاختيار ب

عند زيادة الضغط على غاز في اناء مغلق بدرجة حرارة ثابتة فأن حجم الغاز سوف يقل وبالتالي سوف تقل المسافات البينية بين جزيئاته مما يقلل من حركة جزيئاته وتقاربها فيتحول الى اكثر انتظاماً فتقل الانتروبية للنظام

4- تفاعل ما غير تلقائي حيث قيمة $\Delta H > T\Delta S$ لجعله تلقائي تقترح

أ- تبريد التفاعل ب- تسخين التفاعل ج- لايمكن جعله تلقائي

الحل / الاختيار ب

تفاعل غير تلقائي لان قيمة $\Delta H > T\Delta S$

لجعله تلقائي يجب ان تكون قيمة $T\Delta S > \Delta H$

قيم ΔH و ΔS ثابتة ولكن يمكن التحكم بقيمة T درجة الحرارة لذلك لزيادة قيمة $T\Delta S$ نقوم بتسخين التفاعل

5- اذا كا تفاعل ما باعث للحرارة و تصاحبه زيادة في الانتروبي فانه يكون أ- تلقائي

ب- غير تلقائي ج- متزن

الحل / الاختيار أ

$\Delta S = (+)$ (زيادة الانتروبي)

$\Delta H = (-)$ (باعث للحرارة)

بما ان $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$= (-) - (+)$

(-)   (-) =

اذن يكون التفاعل ΔG = (-)   اي تلقائياً دائماً بجميع درجات الحرارة

6– للتفاعل الغازي الاتي : $N_{3(g)}+3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ قيمة ΔS^0 للتفاعل :

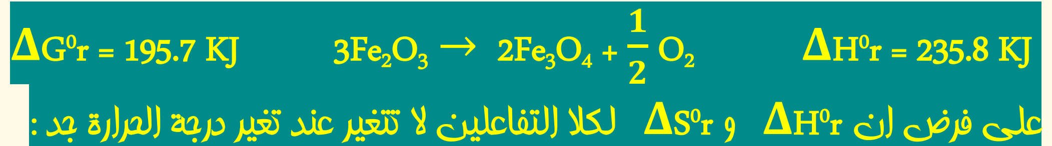
أ– صفر   ب– موجبة   ج– سالبة

الحل / الاختيار ج (من معادلة التفاعل نلاحظ بأن عدد المولات الغازية المتفاعلة 4 مولات بينما الناتجة 2 مول اي ان التفاعل يتحول من لا انتظام الى انتظام مما يجعل قيمة ΔS سالبة

سؤال 1–14/ التفاعلات الاتية عند درجة $25c^0$



$Ccl_{4(L)}+H_{2(g)} \rightarrow Hcl_{(g)} + CHcl_{3(L)}$ $\Delta H^0r = -91.34$ KJ $\Delta G^0r = -103.72$ KJ



$\Delta G^0r = 195.7$ KJ $3Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe_3O_4 + \frac{1}{2} O_2$ $\Delta H^0r = 235.8$ KJ

على فرض ان ΔH^0r و ΔS^0r لكلا التفاعلين لا تتغير عند تغير درجة الحرارة جد :

أ– ΔG^0r للتفاعل الاول عند $65c^0$

ب– $\Delta\ G^0r$ للتفاعل الثاني عند 1000K

الحل/ أ) $\Delta\ G = \Delta\ H - T.\Delta S$

$$-103.72 = -91.34 - (298 \times \Delta\ S)$$

$$298\ \ \Delta S = 103.72 - 91.34 \implies \Delta S = \frac{12.38}{298} \implies \Delta S = 0.0415\ KJ/K.mol$$

الان نجد ΔG^0r عند $65c^0$

$$T_K = 65 + 273 = 338\ K$$

$$\Delta G^0r = \Delta H^0r - T.\Delta S^0r$$

$$\Delta G^0r = -91.34 - (338 \times 0.0415) = -\ 105.3\ KJ$$

ب/ $\Delta G^0r =\ \ H^0r - T.\ \ S^0r$

$195.7 = 235.8 - (298 \times S^0r)$ $T_K = 25 + 273 = 298$

$298 \ \Delta S^0 r = 235.8 - 195.7$ $\Delta S^0 r = \frac{40}{298} = 0.134$

الان نجد $G^0 r$ عند 1000 K

$\Delta G^0 r = \Delta H^0 r - T.\Delta S^0 r$

$\Delta G^0 r = 235.8 - (1000 \times 0.134)$ $\Rightarrow$ $\Delta G^0 r = 235.8 - 134 = 101.8$ KJ

سؤال 1–7/ للتحول $H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(S)}$ وجد ان ($\Delta H = 6KJ$, $\Delta S = 22J/K.mol$) بين ذلك رياضياً مع ذكر السبب في اي درجة حرارية يكون تحول الجليد الى سائل تلقائيا (250 k) او (300 k)

الحل/

لكي نعرف تلقائية كل تفاعل نجد ΔG°_r لكل درجة حرارية

1. 250 K

$\Delta S^\circ_r = 22 \ J / K.mol \ . \ \frac{1 \ KJ}{1000 \ J} = 0.022 \ KJ/K.mol$

$\Delta G^\circ_r = \Delta H^\circ_r - T \ \Delta S^\circ_r$

$\Delta G^\circ_r = 6 - (250 \times 0.022) = 6 - 5.5 = 0.5$ KJ التفاعل غير تلقائي

2. 300 K

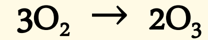
$\Delta G^\circ_r = \Delta H^\circ_r - T \ \Delta S^\circ_r$

$\Delta G^\circ_r = 6 - (300 \times 0.022) = 6 - 6.6 = -0.6$ التفاعل تلقائي

سؤال 1–15/ للتفاعل $2O_3 \longrightarrow 3O_2$ عند ظ.ق قيمة S^0 لـ $O_2 = 205J/K.mol$ و S^0 لــ $O_3 = 239J/K.mol$ و $\Delta G^0 f$ لــ $O_3 = 163KJ/mol$ ؟ احسب: $\Delta H^0 f$ لـ O_3؟

الحل /

1) $\Delta G^0 r = \sum n \Delta G^0 f_{(p)} - \sum n \Delta G^0 f_{(R)}$


$3O_2 \rightarrow 2O_3$

$\Delta G^0r = (2\times163) - (0) = 326\ KJ/mol$

S^0	2(239)	3(205)
$\Delta\ G^0f$	2(163)	0

2) $\Delta S^0r = \sum n\ S^0r_{(p)} - \sum n\ S^0r_{(R)}$

$\Delta\ S^0r = [2(239)] - [3(205)] = 478 - 615 = -137\ J$

$\Delta S^0r = \frac{137J}{1000} = -0.137\ KJ/K.mol$

3) $\Delta G^0r = \Delta H^0r - T\Delta S^0r$

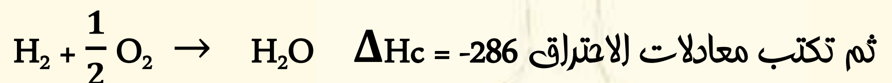
$326 = \quad H^0r - (298 \times -0.137) \Longrightarrow \Delta H^0r = 326 + (298 \times -0.137) = 326 - 40.8 = 285.2\ KJ$

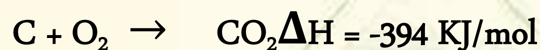
$\Delta\ H^0r = \sum n\Delta\ H^0f_{pr}$ نواتج $- \sum n\Delta\ H^0f_{Re}$ متفاعلات

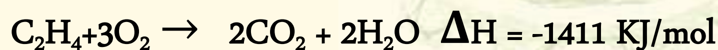
$285.2 = 2X - 0 \quad \Rightarrow \quad X = \frac{285.2}{2} = 142.6\ KJ\ /mol$

سؤال 1–23/جد انثالبي التكوين القياسي لغاز الاثيلين C_2H_4 اذا علمت ان درجة الاحتراق القياسية لكل من C_2H_4، C ، H_2 هي على التوالي بوحدات KJ/mol (‎-286،-394 . ‎-1411) ؟

الحل/تكتب معادلة الهدف $2C + 2H_2 \rightarrow C_2H_4$

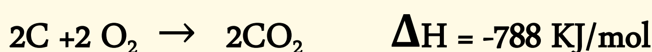
ثم تكتب معادلات الاحتراق

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \quad \Delta Hc = -286$

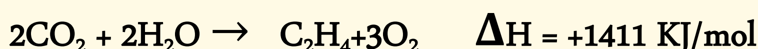

$C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H = -394\ KJ/mol$

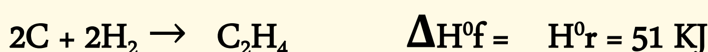

$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H = -1411\ KJ/mol$

المعادلة الاولى تضرب 2x , المعادلة الثاية تضرب 2x, المعادلة الثالثة تقلب


$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \quad \Delta H = -572\ KJ/mol$

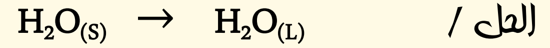

$2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 \quad \Delta H = -788\ KJ/mol$


$2CO_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_4 + 3O_2 \quad \Delta H = +1411\ KJ/mol$


$2C + 2H_2 \rightarrow C_2H_4 \quad \Delta H^0f = \quad H^0r = 51\ KJ$

سؤال 1–24 / ما قيمة ΔS^0r لانصهار الجليد بوحدات J/K.mol اذا علمت ان اثالبية التكوين القياسية للماء تساوي 286- KJ/mol و اثالبية التكوين القياسية للجليد تساوي 292KJ/mol- ؟

الحل /



$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(L)}$

ΔH^0f -292   -286

$$\Delta H^0r = \sum n\Delta H^0f_{(p)} - \sum n\Delta H^0f_{(R)}$$

ΔH^0r = -286 –(-292) = -286 +292 = +6 KJ

Tm هي درجة انصهار الجليد و تساوي $0c^0(273K)$

$$\Delta S_{fus} = \frac{\Delta Hfus}{Tm} = \frac{6}{273} = 0.0219 \text{ KJ/mol}$$

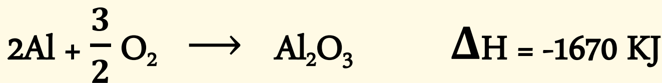
$$\Delta S_{fus} = 0.0219 \text{ kj / k.mol} \times 1000 \frac{\text{j / k.mol}}{\text{kj / k.mol}} = 21.9 \text{ j / k.mol}$$

سؤال 1–25/جد ΔH^0f لـــ Fe_2O_3 من اثالبيات التفاعلات الاتية:

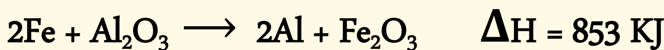


$2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$ $\Delta H = 3340$ KJ $2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3$ $\Delta H = -853$ KJ

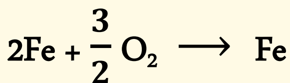
الحل / تكتب المعادلة الهدف $Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + \frac{3}{2} O_2$ (هي تكوين Fe_2O_3) لان المطلوب اثالبي التكوين،المعادلة الاولى تقلب و تضرب x $\frac{1}{2}$ و الثانية تقلب



$2Al + \frac{3}{2} O_2 \longrightarrow Al_2O_3$ $\Delta H = -1670$ KJ



$2Fe + Al_2O_3 \longrightarrow 2Al + Fe_2O_3$ $\Delta H = 853$ KJ



$2Fe + \frac{3}{2} O_2 \longrightarrow Fe$

الاسئلة الوزارية من عام 2013 الى 2019

(2013/ تمهيدي)

عّرف : النظام المفتوح

س ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها (870g من $5c^o$ الى $95c^o$) علماً ان الحرارة النوعية للحديد تساوي ($0.45\ J/g.c^o$) .

س يحترق البنزين في الهواء ليعطي CO_2 و الماء السائل احسب ΔH^0r لهذا التفاعل اذا علمت ان:

$\Delta H^0f\ (C_6H_{6(L)}) = 49\ KJ/mol$

$\Delta H^0f\ (CO_{2(g)}) = -394\ KJ/mol$

$\Delta H^0f\ (H_2O_{(L)}) = -286\ KJ/mol$

(2013 / د 1)

عّرف : النظام المغلق

علل : لايتّحلل الماء الى عناصره الاوليةّ بالظروف الاعتيا ديةّ ؟ وضح ذلك في ضوء علاقة كبس

س / اذا تم حرق 3g من مركب الهايدرازين N_2H_4 كتلته المولية تساوي 32g/mol في مسعر مفتوح يحتوي على 1000g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2J/g.c) فان درجة الحارة ترتفع من $24.6C^0$ الى $28.2C^0$ احسب الحرارة المتحررة من احتراق مول واحد من الهايدرازين بوحدة KJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

س / احسب انثالبي التكوين القياسي ΔH^0f لغاز CO اذا علمت ان حرارة تفكك CO_2 هي (+394KJ/mol) و ان حرارة التفاعل الاتي هي (ΔH^0r= -283KJ) $CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$

(2013 / د 2)

عّرف : دالة الحالة

علل : يذوب غاز ثنائي اوكسيدّ الكبريتّ تلقائياً ويبّعث حرارة اثناء ذوبانه وضح ذلك في ضوء علاقة كبس

س / اذا تم حرق عينة كتلتها 1.5g من حامض الخليك (M=60g/mol) بوجود كمية كافية من الاوكسجين و كان المسعر يحتوي على 750g من الماء الحرارة النوعية للماء ($4.2J/g.C^0$) فاذا ارتفعت حرارة المسعر و محتوياته من $24C^0$ الى $28C^0$ احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

2013 / د 2 / 2014 / د 1 / فراغ / احسب التغيير في الانتروبي للتحول الاتي :



$H_2O_{(L)} \xrightarrow{vap} H_2O_{(g)}$ $\Delta H_{vap} = 44\ KJ/mol$

/ 2013/ د 3 / 2014 / د 1

فراغ : تقسم الخواص العامة للمواد الى نوعينّ .... و ....

علل : انصهار الجليدّ عمليةّ تلقائيةّ في الظروف الاعتيادّيةّ ، وضح ذلك في ضوء علاقة كبس

س / احسب التغير في انثاليبية التكوين القياسية $\Delta H^0f(Al_2O_3)$ و التغير في انثالبي الاحتراق القياسي $\Delta H^0c(Al)$ في التفاعل:
$4Al_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(g)}$ $\Delta H^0r = -3340\ KJ$ ؟

(2014 / تمهيدي)

علل : ذوبان ملح الطعام في الماء عملية تلقائية و هي ماصة للحرارة ؟ وضح ذلك على ضوء علاقة كبس

س / هل يكون التفاعل تلقائياً عند درجة حرارة $25c^0$ و ضغط 1atm اذا علمت ان :

$\Delta S = 113\ J/K.mol$, $\Delta H = 2\ KJ/mol$

واذا لم يكن تلقائياً عند $25c^0$ في اي درجة حرارة يكون تلقائياً ؟

(1 د / 2014)

عّرف : الحرارة النوعية

علل : عملية انجماد الماء غير تلقائية بالظروف الاعتيادية ؟ وضح ذلك على ضوء علاقة كبس

اذا علمت ان : $\Delta H°_r = 3340KJ$ $4Al\ (s) + 3\ O2\ (g) \rightarrow 2Al2O3\ (s)$

احسب التغيرّفي انثالبيةٌ التكوينٌ القياّسية $\Delta H°_f\ (Al2O3)$ التغيرّ في انثالبيةٌ الاحتراق القياّسيةٌ $\Delta H°c\ (Al)$

فراغ : أن قيمّة التغير في الانتروبي لتبخر الماء في درجة غليانٓه تساوي ....

علما ان حرارة تبخر الماء $Hvap = 44\ kJ/mol$

(2 د / 2014)

فراغ : تقسم الخواص العامة للمواد الى .... و ....

س : احسب التغير في الطاقة الحرة القياسية لتكوين اوكسيد الكاربون احادي (CO) للتفاعل الغازي الاتي :


$2\ CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ اذا علمت ان : $\Delta S°_r$ للتفاعل (- 173 j/k.mol)

و ان ($\Delta H°_r = -566\ kj/mol$) وان ($\Delta G°_f\ CO_2 = -394\ kj/mol$)

س : احسب انثالبي التبخر ΔH_{vap} للهكسان عند الاتزان بوحدة (KJ/mol) اذا علمت ان درجة غليانه تساوي $69c^0$ ؟

(3 د / 2014)

فراغ : 1 . تبريدٌ غاز النتروجينٌ من 80 C الي 20 C يؤّدي الى .... في التغيرٌ في الانتروبي

2 . يكّون النظام..............اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيطٌ

علل : لا تّحلل الماء الى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادّيةٌ ؟ كبس

س : يحترق البنزين في الهواء ليبعث حرارة مقدارها ($-3271\ kj/mol$) ويعطي CO_2 و الماء السائل احسب انثالبي التكوين القياسي ΔH^0_f للبنزين اذا علمت ان:

$\Delta H^0f\ (CO_{2(g)}) = -394\ KJ/mol$

$\Delta H^0f\ (\ H_2O_{(L)}) = -286\ KJ/mol$

(تمهيدي / 2015)

احسب انثالي التكوين القياسية للمركب HPO3(s) اذا اعطيت المعلومات الاتية :


$P4O10(s) + 4HNO3(l) \rightarrow 4\ HPO3(s) + 2N2O5(g)\ \Delta Hr° = -180\ kJ$

$\Delta Hf°$ للمركبات التالية :

$\Delta Hf°\ (P4O10) = -2984\ kJ/mol$ و $\Delta Hf°\ (HNO3) = -174\ kJ/mol$

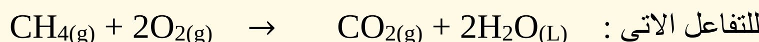
$\Delta Hf°\ (N2O5) = -43\ kJ/mol$

(1د/2015)

وضعت 3g من مركب الكلوكوز الكتلة المولية للكلوكوز (180g/mol) في وعاء العينة ثم مليء وعاء التفاعل بغاز الاوكسجين . وضع هذا الوعاء داخل وعاء المعزول الذي مليء بكمية 1200g من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2 J/g.C^0$) و كانت درجة الحرارة الابتدائية تساوي $21C^0$ احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة وجد ان التفاعل رفع درجة حرارة المسعر و محتوياته الى $25.5C^0$ احسب :

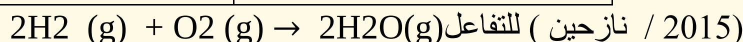
كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق 1mol من الكلوكوز . افرض ان حرارة المسعرمهملة

(1 د / 2015)


للتفاعل الاتي : $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(L)}$

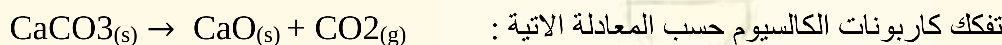
عند الظروف القياسية جد ΔH^0r و ΔS^0r , ΔG^0r بالاستعانة بالمعلومات الاتية : ؟

S^0 J/K.mol	ΔH^0f KJ/mol	المادة
186	-75	$C_2H_5OH_{(L)}$
205	0	$O_{2(g)}$
214	-394	$CO_{2(g)}$
70	-286	$H_2O_{(L)}$


(نازحين / 2015) للتفاعل $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

وجد ان قيمة $\Delta S°r = 94$ kj/k.mol وان قيمة $\Delta G°_f(H_2O) = -228$ kJ/mol احسب $\Delta H°_f(H_2O)$

(2 د / 2015)

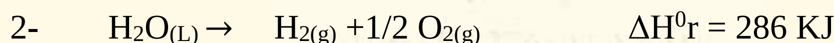

تفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية : $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

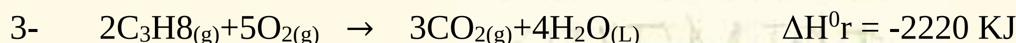
للتفاعل $\Delta S°f$ 160 J/K.mol فإذاعلمت ان $\Delta H°f$ لكل من $CaCO_3$, CaO , CO_2 هي على التوالي -1207 (kJ/mol) -635 , -393.5 جد $\Delta G°r$,

(2 د / 2015) احسب انثالبي الكوين القياسي للبروبان C_3H_8 من عناصره الاساسية

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :


1- $C_{gre} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H^0r = -393.5$ KJ


2- $H_2O_{(L)} \rightarrow H_{2(g)} + 1/2\, O_{2(g)}$ $\Delta H^0r = 286$ KJ


3- $2C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(L)}$ $\Delta H^0r = -2220$ KJ

(3 د / 2015)

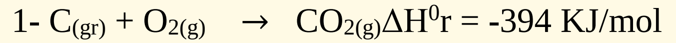
اذا تم حرق عينة كتلتها 6 g من حامض الخليك (M=60g/mol) بوجود كمية كافية من الاوكسجين و كان المسعر يحتوي على 100 g من الماء الحرارة النوعية للماء ($4.2 J/g.C^0$) فاذا ارتفعت حرارة المسعر و محتوياته من $25\ C^0$ الى 100 C^0 احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

(2016 / تمهيدي)

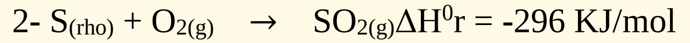
س : سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 غرام من درجة حرارة 25 الى 40 سليزية مما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700 J احسب الحرارة النوعية لهذه المادة

س : احسب انثالبي التكوين القياسي لسائل CS_2. من المعادلة التفاعل : $C_{(graphite)} + 2S_{(rhombic)} \rightarrow CS_{2\,(L)}$

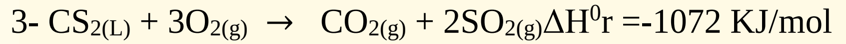
ومن المعادلات التالية :



$$1-\ C_{(gr)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H^0r = -394\ KJ/mol$$



$$2-\ S_{(rho)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} \quad \Delta H^0r = -296\ KJ/mol$$



$$3-\ CS_{2(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \quad \Delta H^0r = -1072\ KJ/mol$$

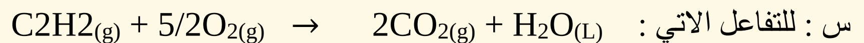
(1 د / 2016)

يحترق البنزين C6H6 في الهواء ليبعث حرارة مقدارها (3271 kj/mol-) ويعطي غاز ثنائي اوكسيد الكاربون وسائل الماء احسب انثالبي التكوين القياسي ΔH^0_f للبنزين اذا علمت ان انثالبي الاحتراق القياسية بوحدات KJ/mol لكل من الكرافيت (C = - 394) والهايدروجين (H2 = - 286)

(2 د / 2016)

عرف : قانون هيس

ما الفرق بين الخواص الشاملة والخواص المركزة ؟ مع مثال لكل منهما



س : للتفاعل الاتي : $C_2H_{2(g)} + 5/2O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(L)}$

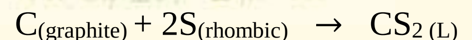
عند الظروف القياسية جد ΔH^0r و ΔS^0r , ΔG^0r بالاستعانة بالمعلومات الاتية : ؟

المادة	ΔH^0f KJ/mol	S^0 J/K.mol
$C_2H_{2\,(g)}$	227	201
$O_{2(g)}$	0	205
$CO_{2(g)}$	-394	214
$H_2O_{(L)}$	-286	70

(3 د / 2016)

فراغ : تبريد غاز H2 من 90 C الى 30 C يؤدي الى ....في الانتروبي

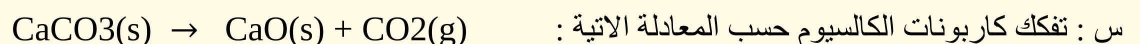
س : احسب انثالبي التكوين القياسي للمركب CS_2. من عناصره الاساسية باثبت صورها



$$C_{(graphite)} + 2S_{(rhombic)} \rightarrow CS_{2\,(L)}$$

اذا علمت ان حرارة الاحتراق القياسية لكل من الكرافيت 394 KJ/mol – و الكبريت المعيني 296 Kj/mol - ولسائل ثنائي كبريتيت الكاربون 1072 kj/mol -

س : تفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية : CaCO3(s) → CaO(s) + CO2(g)



ΔS^0r للتفاعل 160 J/K.mol و ان $\Delta H^0 = 178.5$ kj/mol جد ΔG^0 للتفاعل

(2017 / تمهيدي / احيائي)

س : تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي اصغر او اكبر من الصفر للعمليات التالية :

1 . تبريد غاز H2 من 85 C الى 25 C   2 . ذوبان الكلوكوز في الماء

علل /

-1 $\Delta H°r$ للتفاعل $4AL_{(S)} + 3O2_{(g)} \rightarrow 2AL2O3_{(S)}$ لا تساوي $\Delta H°c$ للالمنيوم ولا تساوي $\Delta H°f$ ل AL2O3

-2 عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية , وضح ذلك في ضوء علاقة كبس

س : تم حرق 3g من مركب الهايدرازين N_2H_4 كتلته المولية تساوي 32g/mol في مسعر مفتوح يحتوي على 1000g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2J/g.c) فان درجة الحارة ترتفع من $24.6C^0$ الى $28.2C^0$ احسب الحرارة المتحررة من احتراق مول واحد من الهايدرازين بوحدة KJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

(2017 / د1 / احيائي) اذا علمت ان انثالب الاحتراق بوحدات KJ/mol لكل من غاز (H2 = -286 , CH3OH = -727 , CO = -284) احسب $\Delta H°r$ باستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$:

علل / لا تتفكك كاربونات الكالسيوم في درجات الحرارة الاعتيادية وضح ذلك وفق علاقة كبس

س / احسب التغيير في الانتروبي للتحول الاتي : $\Delta H_{vap} = 44$ KJ/mol $H_2O_{(L)} \xrightarrow{vap} H_2O_{(g)}$

(2017 / د2 / احيائي)

علل : تكون قيمّة ΔH لتسامي المواد الصلبة اكبر من الصفر.

س / احسب التغيرّ في انتروبي التفاعل القياٌسي $\Delta S°r$ للتفاعل التالي عند الظروف القياٌسيةّ

$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ اذا علمت ان قيم $\Delta Hf°$ بوحدات KJ/mol

$(CO_2 = -393.5 , CO = -110.5)$ وان قيم $\Delta Gf°$ بوحدات KJ/mol $(CO_2 = -394 , CO = -137)$

س / سخنت عينةّ من مادة مجهولة كتلتها 150 g فتغيرّت درجة الحرارة بمقدار 20 C مما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها 5400 J احسب الحرارة النوعيةّ لهذه المادة.

(2017 / د3 / احيائي)

علل / $\Delta H_or \neq \Delta H_oc$:للالمنيوّم في التفاعل : $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$

س / احسب $\Delta S°r$ للتفاعل الغازي التالي عند درجة 25 C وضغط 1atm وهل التفاعل تلقائي :

$3H_2 + 2N_2 \rightarrow 2NH_3$ اذا علمت ان $\Delta Gf° = -17$ KJ/mol للامونيا

وان $\Delta Hf = -46$ KJ/mol للامونيا

(2018 / د1 / احيائي)

عرف / الخواص المركزة   فراغ / تبخر سائل البروم يؤدي الى .... في الانتروبي

س / لا يتجمد الماء تلقائياً بالظروف الاعتيادية .وفق علاقة كبس

تمرين 1-8 /

(2018 / د2 / احيائي)

س / التفاعل الغازي الاتي $2CO + O2 \rightarrow 2CO2$ احسب طاقة كبس الحرة القياسية لتكوين CO عند الظروف القياسية من المعلومات : الانتروبي بوحدات J/K .mol لل CO = 198 و CO2 = 214 و O2 = 205 وان انثالبي التكوين القياسي بوحدة KJ/mol لل CO2 = -393.5 و CO = - 110.5 و طاقة كبس القياسية لتكوين ال CO2 = -394 KJ/mol

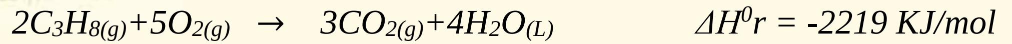
سؤال 1- 16 /

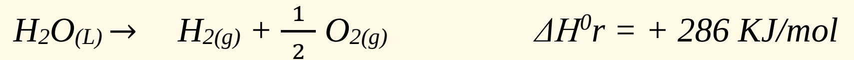
علل / يزيد التسخين من انتروبي النظام

س / اذا كانت حدود النظام لاتسمح بتبادل المادة والطاقة مع المحيط يسمى النظام (مفتوح , معزول , مغلق)

(2018 / د3 / احيائي)

س / احسب انثالبي التكوين القياسي للبروبان اذا اعطيت المعلومات الاتية :


$$2C_3H_{8(g)}+5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)}+4H_2O_{(L)} \qquad \Delta H^0r = -2219\ KJ/mol$$


$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H^0r = +286\ KJ/mol$$

وان انثالبي التكوين القياسي لغاز CO_2 تساوي $-394KJ/mol$

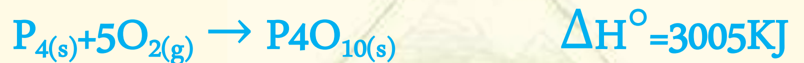
عرف / النظام المعزول

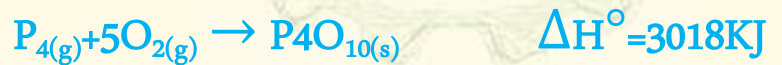
تمرين 1-15 / احسب التغيير في الانتروبي للتحول الاتي $\Delta H_{vap} = 44\ KJ/mol$ $H_2O_{(L)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ عند درجة عليان الماء

فراغ / تسامي اليود الصلب يؤدي الى .... بالانتروبي

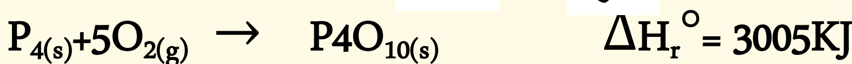
الاسئلة الوزارية للاعوام 1990 – 2013

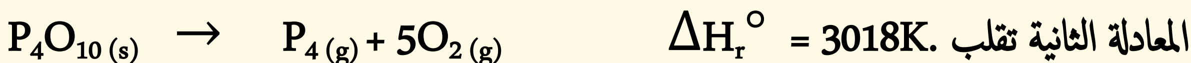
س 1992/ دور 1 / جد انثالبي تحول الفسفور الابيض من صلب الى غاز من المعلومات الاتية .

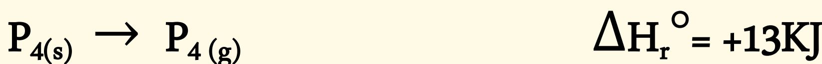

$$P_{4(s)}+5O_{2(g)} \rightarrow P4O_{10(s)} \qquad \Delta H^\circ=3005KJ$$


$$P_{4(g)}+5O_{2(g)} \rightarrow P4O_{10(s)} \qquad \Delta H^\circ=3018KJ$$

الحل / تكتب اولاً معادولة الهد $P4 \rightarrow P4 \quad \Delta Hr^\circ =?$
صلب غاز

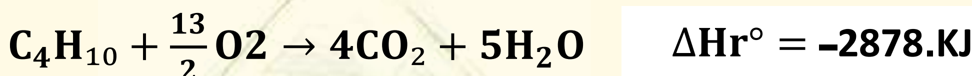

$$P_{4(s)}+5O_{2(g)} \rightarrow P4O_{10(s)} \qquad \Delta H_r^\circ= 3005KJ$$


$$P_4O_{10\,(s)} \rightarrow P_{4\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = 3018K.$$ المعادلة الثانية تقلب


$$P_{4(s)} \rightarrow P_{4\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ= +13KJ$$

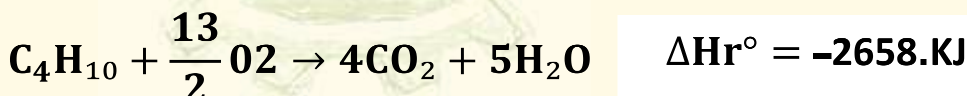
س 1995 / دور 2 / اذا علمت ان حرارة احتراق البيوتان (C_4H_{10}) تساوي (2878 .5 KJ / mol ـ) عندما يعطي CO_2 وسائل الماء ولكنها (2658.5 KJ / mol ـ) عندما يعطي CO_2 وبخار الماء . جد حرارة تبخر الماء

الحل : تكتب معادلة الاحتراق



$$C_4H_{10} + \frac{13}{2}O2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$$

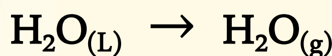
$\Delta Hr° = -2878.KJ$



$$C_4H_{10} + \frac{13}{2}O2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$$

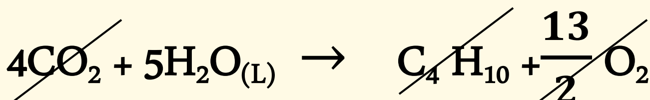
$\Delta Hr° = -2658.KJ$

نكتب معادلة الهدف



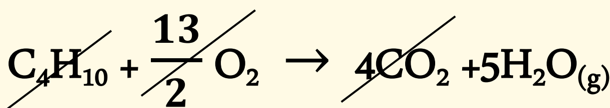
$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(g)}$$

المعادلة الاولى تقلب



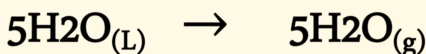
$$4CO_2 + 5H_2O_{(L)} \rightarrow C_4H_{10} + \frac{13}{2}O_2$$

$\Delta Hr° = +2878.5KJ$



$$C_4H_{10} + \frac{13}{2}O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O_{(g)}$$

$\Delta Hr° = -2658.5KJ$



$$5H2O_{(L)} \rightarrow 5H2O_{(g)}$$

$\Delta Hr° = +220 KJ$

نقسم المعادلة على (5) للحصول على تبخر مول واحد



$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta Hr° = \frac{220}{5} = 44 KJ$$

*ومن الممكن قسمة المعادلات المساعدة على 5 ونحصل على نفس الناتج

س 1998 / دور 1 / اذا علمت ان حرارة الاحتراق لكل من غاز H_2 , CO وسائل الميثانول هي (727- , 286- , 284-) بوحدات KJ / moL على التوالي . احسب حرارة التفاعل .



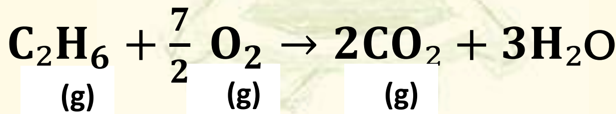
$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH3OH$$

(g.) (g.) (L.)

اختبر نفسك

س 2001 / 2006 / دور 2 / احسب انثالبي الاحتراق القياسية $\Delta Hc°$ لغاز الاثيان علماً ان انثالبية التكوين القياسية لسائل الماء وغاز CO_2 وغاز C_2H_6 هي $(-285.8 , -293.5 , -84.67)$ على التوالي ومقاسه بـ (KJ /moL)

الحل / نكتب معادلة احتراق غاز الميثان



$\Delta Hr° = \Delta HC° = ?$

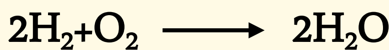
$\Delta Hr° = \sum n\Delta Hf° - \sum n\Delta Hf°$

$= [(3 * -285 \cdot 5) + (2 * -293 \cdot 5)] - [-84 \cdot 67]$

$= [-856 \cdot 5 - 587] = -1443 \cdot 5 + 84.67 = -1358 \cdot 83KJ$

س 2002 / دور 1 / احسب $\Delta s°$ للتفاعل الغازي في درجة حرارة $25C°$ $2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$ علما ان $\Delta Hf°$ لانصهار الماء$= -242KJ/mol$, ΔGf لانصهار الماء $= -229KJ/m$ ؟

الحل /



$\Delta Hr° = \sum_{(p)} n\Delta Hf° - \sum_{(R)} n\Delta Hf° = 2(-242) - 0 = -484KJ$

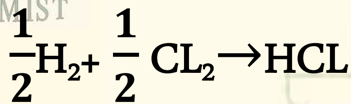
$\Delta Gr° = \sum_{(p)} n\Delta Gf° - \sum_{(R)} n\Delta Gf° = -2(229) - 0 = -458KJ$

$\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S° \longrightarrow -458 = -484 - (298\Delta S°) \Longrightarrow$

$298\Delta S° = -484 + 458 \Longrightarrow \Delta S° = \frac{-26}{298} = -0.087KJ/K \cdot mol$

س 2004 / دور2/ احسب حرارة تفكك غاز كلوريد الهيدروجين في $25C°$ اذا علمت ان $\Delta Gf°$ لغاز $HCl = (-95.3KJ/mol)$ و$(\Delta S = 10 J / k.mol)$ $(\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \rightarrow HCl)$

الحل



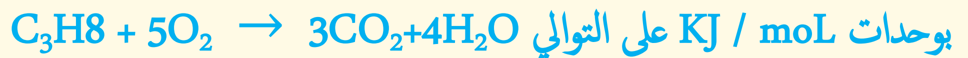
$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}CL_2 \rightarrow HCL$ $T=25+273=298K$

$\Delta Gr° = \Delta Gf° = -95.3\ KJ/moL$

$\Delta Gr° = \Delta Hr° - T\Delta Sr° \Longrightarrow -95.3 = \Delta Hr° - (298 * \frac{10}{100})$

$\Delta Hr° = -95.3 + 2.98 = -92.32Kj = \Delta Hf°(HCL)$

س 2004 / دور 2 / احسب انثالبية تكوين البروبان من حرارة احتراقه التي تبلغ (2220-) بوحدات KJ / moL علما ان حرارة التكوين للماء والغاز CO2 هي (289-) و (393.5 -)



بوحدات KJ / moL على التوالي $C_3H8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

الحل :



$C_3H8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ $\Delta HC° = \Delta Hr° = -2220KJ$

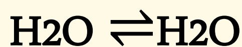
$\Delta Hr° = \sum n\Delta Hf° - \sum n\Delta Hf°$

$-222 = [(3 \times -393.5) + (4 \times -286)] - [\Delta Hf° + 0]$

$\Delta Hf° = -1180.5 - 1144 + 2220 = -104.5KJ/moL$

س 2005 / دور 1 / ΔH° لانصهار الجليد يساوي 6 بوحدات KJ / moL احسب ΔS° لانصهاره ؟

الحل :



$H2O \rightleftharpoons H2O$

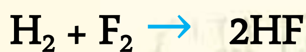
$T = 0 + 273 = 273\ K$

$\Delta S_{fus} = \frac{\Delta Hfus}{T} \Longrightarrow \Delta S_{fus} = \frac{6}{273} = 0.022KJ/K \cdot moL$

س 2005 / دورة 2 / انثالبي الاحتراق القياسية للقصدير مكوناً غاز SnO_2 هي (580.8-) وانثالبي الاحتراق القياسية لـ SnO مكوناً SnO_2 تساوي (294.8-) بوحدات KJ/ moL احسب انثالبي التكوين القياسية لـ SnO؟ اختبر نفسك ج / 285.78 -

س 2011 / دورة 2 / احسب $\Delta S°$ لتفاعل الاتي عند درجة °25 اذا علمت ان $\Delta Hf°$ لغاز Hf = (273-) و $\Delta Hf°$ لغاز Hf = (275-) بوحدات KJ/ moL للتفاعل. $H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$

الحل /



$H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$ $\quad$ $T=25 + 273 = 298K$

$\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S°$

$\Delta Hr° = \sum n\Delta Hf° - \sum n\Delta Hf° = 2 \times -273 - 0 = -546KJ$

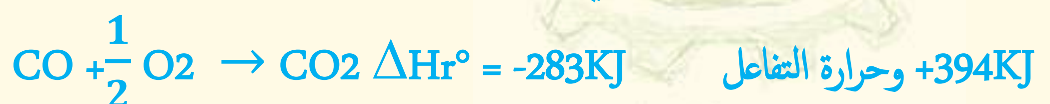
$\Delta Gr° = \sum_{P} n\Delta Gf° - \sum_{R} n\Delta Gf° = 2 \times -275 - 0 = -550 KJ$

$\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S°$

$-550 = 546 - (298\ \Delta S°) \Longrightarrow 298\Delta S° = -546 + 550$

$\Delta S° = \frac{4}{298} = 0.013KJ / K \cdot moL$

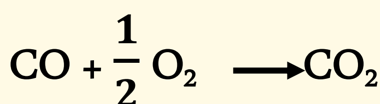
س 2013 / دورة1/ احسب انثالبي التكوين القياسية لغاز CO اذا علمت ان حرارة تفكك CO_2 هي 394KJ+ وحرارة التفاعل



$CO + \frac{1}{2} O2 \rightarrow CO2\ \Delta Hr° = -283KJ$

الحل :

الطريقة الاولى : (طريقة المجموع)



$CO + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO_2$

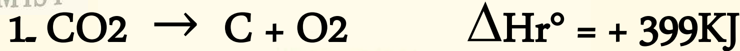
حرارة التفكك - = حرارة التكوين

$\Delta Hr° = \sum n\ \Delta Hf° - \sum n\ \Delta Hf°$ $\quad$ $= -394\ KJ / moL$

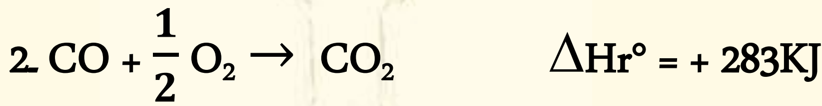
$-283 = [-394] - [\Delta Hf°] \Longrightarrow \Delta Hf° = -394 + 283 = -111\ KJ / moL$

الطريقة الثانية (قانون هيس)

تكتب المعادلة تفكك CO_2

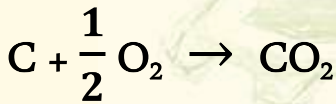


$$1.\ CO2 \rightarrow C + O2 \qquad \Delta Hr^\circ = +399KJ$$

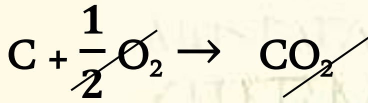


$$2.\ CO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr^\circ = +283KJ$$

تكتب معادلة الهدف ونقارنها مع المعادلة 1 و 2
المعادلة الاولى تقلب . والمعادلة الثانية تقلب



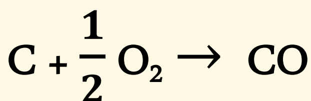
$$C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2$$



$$C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr^\circ = +394KJ$$



$$CO_2 \rightarrow CO + \frac{1}{2} O_2 \qquad \Delta Hr^\circ = +293KJ$$



$$C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO \qquad \Delta Hr^\circ = 111\ KJ = \Delta Hf^\circ$$

س / جد قيمة ΔGr° للتفاعل $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$\Delta Hf^\circ (CO) = -110.5\ KJ / moL$ و $\Delta Hf^\circ (CO2) = -393.5\ KJ / moL$

$S^\circ(O2) = 205\ J / K . moL$,$S^\circ(CO) = 198\ J / K . moL$, $S^\circ(CO2) = 214\ J / K . moL$

ج: -514.4 KJ

الفصـل الثاني

التعاريف

التفاعلات الكيميائية :-

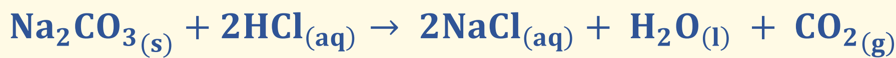
هـي عمليـات تتحـول فيهـا مـادة واحـدة او اكثـر الـى مـواد جديـدة تختلـف فـي صـفاتها عـن المـادة او المواد التي تفاعلت في البداية

المعادلة الكيميائية :-

هي اختصار علمي يمثل التحول الحاصل في المواد المتفاعلة للحصول على نواتج .

التفاعلات غير الانعكاسية (تامة) :- $\rightarrow$

هـي التفـاعلات التـي يـتم فيهـا اسـتهلاك احـد او جميـع المـواد المتفاعلـة تمامـا (عنـد ظـروف معينـة) ولا يكـون للمـواد الناتجـة عنـد ظـرف التفاعـل نفسـها القـدرة علـى ان تتفاعـل لتكـوين المواد التي تكونت منها .



$$Na_2CO_{3\,(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)}$$

التفاعلات الانعكاسية (الغير تامة) : - $\rightleftharpoons$

هـي التفـاعلات التـي لا تسـتهلك المـواد المتفاعلـة فيهـا كليـا بسـبب ان المـواد الناتجـة تبـدأ بتكوين المواد المتفاعلة

حالة الاتزان الكيميائي :- (2013 / د3)

هـي حالـة اتـزان دينـاميكي (حركـي) وليسـت حالـة اتـزان اسـتاتيكي (سـاكن) وعنـدها تكـون سـرعة التفاعـل الامـامي تسـاوي سـرعة التفاعـل الخلفـي ($R_b=R_f$) وتكـون تراكيـز المواد الناتجة والمتفاعلة ثابتة دون تغير ما لم يحدث تغير في ظروف التفاعل

علل / حالة الاتزان في التفاعلات الانعكاسية حالة ديناميكية غير متوقفة ؟

ج / لأنها حالة تستمر في كلا الاتجاهين الامامي والخلفي بنفس السرعة

اي سرعة تكوين النواتج = سرعة تكوين المتفاعلات

أ – التفاعلات الانعكاسية المتجانسة : –

هـي التفـاعلات التـي تكـون فيهـا المـواد المتفاعلـة والناتجـة جميعهـا فـي طـور واحـد . اي جميعها غازات او سوائل او مواد صلبة

ب – التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة :–

هي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد .

1. قانون فعل الكتلة :–

عند ثبوت درجة الحرارة فان سرعة التفاعل الكيميائي في اي اتجاه كانت تتناسب طرديا مع التركيز المولاري للمواد المتفاعلة كلا منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة .

ثابت الاتزان (K_{eq}) :

هو النسبة بين ثابت سرعة التفاعل الامامي K_f الى ثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b

ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية (Kc) :

هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة مقسوما على حاصل ضرب تراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند حالة الاتزان . وكل منها مرفوع الى اس يساوي عدد مولات تلك المادة التي تظهر في المعادلة الموزونة .

ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية (K_p) :

هو حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للمواد الناتجة مقسوما على حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان وكل منها مرفوع الى أس يساوي عدد مولات تلك المادة في المعادلة الكيمياوية الموزونة .

حاصل التفاعل Q :

قيمة افتراضية لثابت الاتزان تحسب في لحظة ما خلال التفاعل للتنبؤ بوصوله الى حالة الاتزان ويعبر عن حاصل التفاعل بنفس العلاقة المستعملة للتعبير عن ثابت الاتزان ولكن لحاصل التفاعل لاتكون التراكيز المستخدمة بالضرورة هي قيم التراكيز عند حالة الاتزان.

قاعدة لوشاتلية : نص القاعدة :–

اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة الاتزان . فان هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

الشرحيات

مثال 2 − 14 للتفاعل المتزن الاتي : $2Hg + O_2 \rightleftharpoons 2HgO$ ΔH للتفاعل تساوي −181 KJ عند درجة حرارة 298K وKp للتفاعل تساوي 3.2×10^{20} . بين هل قيمة Kp عند 500k اكبر ام اقل من قيمتها عند 298k للتفاعل نفسه .

الحل / ∵ التفاعل باعث للحرارة وتم رفع درجة الحرارة من 298 الى 500 k

∴ ينحرف التفاعل نحو اليسار بالاتجاه الماص للحرارة الخلفي للتخلص من الحرارة الزائدة بالتالي تقل تراكيز النواتج وتزداد تراكيز المتفاعلات فتقل قيمة Kp عند 500 K.

تمرين 2 − 17 للتفاعل المتزن الاتي : $2BrF_{5(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + 5F_{2(g)}$

ΔH للتفاعل تساوي 858 KJ عند درجة حرارة 1000 K وKp للتفاعل تساوي 7.4×10^{-16} بين هل قيمة Kp عند 1500k اكبر ام اقل من قيمتها عند 1000k للتفاعل نفسه .

مثال 2 − 15 ما تأثير كل من لعوامل التالية على كل من حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل الاتي:

$N_2F_{4(g)} \rightleftharpoons 2NF_{2(g)}$ $\Delta H = 38.5 \ kj/mol$

1- تسخين خليط الاتزان في اناء مغلق .   2 − سحب N_2F_4 من خليط الاتزان بثبوت درجة الحرارة والحجم .

2 − خفض الضغط على خليط متزن بدرجة حرارة ثابتة .   4 − اضافة عامل مساعد الى خليط الاتزان .

الحل/

حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1. ينحرف باتجاه النواتج (الامامي) للتخلص من الحرارة الزائدة . 2. ينحرف باتجاه المتفاعلات (الخلفي) للتعويض عن النقص في تركيز N2F4 3. ينحرف باتجاه عدد المولات الغازية الاكثر(الامامي).	1. يزداد (تراكيز النواتج تزداد وتقل تراكيز المتفاعلات) 2. لا يتأثر لان النسبة بين تراكيز النواتج الى المتفاعلات تبقى ثابتة 3. لا يتأثر

4. العامل المساعد يخفض طاقة التنشيط اي يزيد من سرعة التي يصل بها التفاعل الى حالة الاتزان لذا فهو لا يؤثر على حالة الاتزان ولا ثابت الاتزان	4. لا يتأثر

تمـــــــرين 2 – 18 / 2014 / د1/ للتفاقـــــــــل المتـــــــزن التــــــالي : $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$

$\Delta H = 428\ KJ/mol$ ما تأثير العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

1- زيادة الضغط بانقاص حجم الاناء 2- اضافة O_2 الى النظام

3- خفض درجة الحرارة . 4- اضافة عامل مساعد

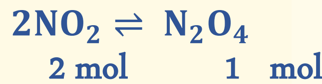
2 – 5 / جديد (2014 / د2) شبيه

للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا؟

1) عند زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن.
2) رفع درجة حرارة اناء التفاعل.
3) سحب غاز المتكون عند الاتزان. N_2O_4

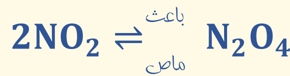
الحل /

1) ينحرف التفاعل نحو عدد المولات الاقل اي بالاتجاه الامامي .



$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$$
2 mol 1 mol

2) عنــد رفــع درجــة الحــرارة ينحــرف التفاعــل بالاتجــاه المــاص للحــرارة (الخلفــي) للــتخلص مــن الحرارة الزائدة .



$$2NO_2 \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} N_2O_4$$

3) عند سحب غاز N_2O_4 الناتج سينحرف الاتزان بالاتجاه الامامي اي نحو النواتج . للتعويض عن النقص الحاصل في تركيز N_2O_4



$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$$

2 – 6 التفاعل الغازي المتزن الاتي: $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي 92.5 kJ/mole ماتأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان :

1- خفض درجة الحــرارة 2- إضــافة زيــادة مــن Cl_2 الــى خلــيط الاتــزان. 3- ســحب مــن PCl_3 خلــيط الاتزان . 4 – زيادة الضغط على خليط الاتزان . 5 – اضافة عامل مساعد.

الحل /

حالة الاتزان	قيمة Keq
1- ينحرف بالاتجاه الخلفي (الباعث).	يقل لان تراكيز النواتج تقل وتزداد المتفاعلات .
2- ينحرف نحو المتفاعلات (الخلفي) لاستهلاك Cl2 المضاف .	لايتأثر لان النسبة بين تراكيز النواتج الى تراكيز المتفاعلات بتقى ثابتة .
3- ينزاح باتجاه النواتج (امامي) للتعويض عن النقص في Cl2.	لايتأثر لان النسبة بين تراكيز النواتج الى تراكيز المتفاعلات بتقى ثابتة .
4- ينحرف بالاتجاه الخلفي (نحو عدد المولات الاقل)	لايتأثر لان النسبة بين تراكيز النواتج الى تراكيز المتفاعلات بتقى ثابتة .
5- يصل التفاعل بزمن اقل الى حالة الاتزان ولكن موضع الاتزان لا يتأثر.	لايتأثر لان النسبة بين تراكيز النواتج الى تراكيز المتفاعلات بتقى ثابتة .

2 – 7 التفاعل المتزن الاتي: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي 198.2 KJ- ماذا يحدث لتراكيز SO_2 ، O_2 ، SO_3 عند الاتزان بعد..

1 – زيادة درجة حرارة التفاعل . 2 – تقليل الضغط المسلط على التفاعل .

3 – زيادة تركيز SO2 في خليط الاتزان 4 – اضافة عامل مساعد.

الحل /

[SO3]	[O2]	[SO2]
يقل	يزداد	يزداد لانه ينحرف بالاتجاه الخلفي
يقل	يزداد	يزداد لانه ينحرف نحو عدد المولات الاكبر
يزداد	تقل	تقل
لا يتاثر	لا يتاثر	لا يتاثر لان التفاعل يصل الى حالة اتزان بقوة زمنية اقصر . لان السرعة الامامية والخلفية تزداد بنفس النسبة .

2 – 8 هل يؤدي دائماً رفع درجة حرارة أي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تراكيز النواتج ؟ اذا كانت اجابتك بالنفي فما التفاعلات التي تؤدي او لاتؤدي الى زيادة النواتج ؟ بين ذلك مع ذكر أمثلة.

الحل / لا يؤدي رفع درجة الحرارة لاي تفاعل عند الاتزان الى زيادة في تراكيز النواتج مثلا :

1. التفاعلات التي لها ΔH موجبة (الماصة للحرارة) فعند رفع درجة الحرارة سيزداد تراكيز النواتج .
2. التفاعلات التي لها ΔH سالبة (باعثة للحرارة) فعند رفع درجة الحرارة ستزداد تراكيز المتفاعلات بينما تقل تراكيز النواتج .

2 – 9 للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة: $2PbS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2PbO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$ وضح تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان .

1) خفض الضغط المسلط على التفاعل . 2) تبريد اناء التفاعل . (جديد)

2 – 10 التفاعل الاتي الماص للحرارة يجري في اناء مغلق $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$

ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند الآتي :

1- تقليل حجم الاناء
2- اضافة مزيد من CaO لخليط الاتزان .
3- سحب جزء من $CaCO_3$من خليط الاتزان.
4- اضافة مزيد من CO_2 الى خليط الاتزان .
5- زيادة درجة الحرارة.

الحل /

1- ينحرف بالاتجاه مولات الغازية الاقل (الخلفي) .

2- لا تتأثر حالة الاتزان فكون CaO مادة صلبة نقية فعاليتها ثابتة .

3- لا تتأثر حالة الاتزان فكون CaCO3 مادة صلبة نقية فعاليتها ثابتة .

4- ينحرف بالاتجاه الخلفي لاستهلاك [CO2] المضاف .

5- ينحرف بالاتجاه الماص للحرارة (الامامي) .

2 – 23 صف اربع اجراءات تؤدي لرفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن الباعث للحرارة :



$$N2 + 3H2 \rightleftharpoons 2NH3$$

التركيز المولاري :

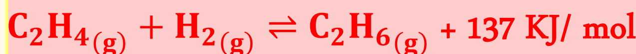
أ- زيادة تراكيز المتفاعلات N2 و H2 فينحرف التفاعل بالاتجاه الامامي لاستهلاك التراكيز المضافة من N2 و H2 .

ب- سحب النواتج NH3 باستمرار . سينحرف التوازن بالاتجاه الامامي وذلك للتعويض عن النقص في تركيز NH3 .

الضغط : ج- زيادة الضغط سوف ينحرف التفاعل باتجاه عدد المولات الاقل (الامامي).

درجة الحرارة : د- خفض درجة الحرارة سيرجح التفاعل نحو النواتج (الامامي) الباعث للحرارة .

تمرين 2 – 19 / 2016/ د2/ تغير المعادلة يصل مزيج الغازات C_2H_6 ، H_2 ، C_2H_4 الموضوعة في وعاء مغلق عند25°C الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي :



$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + 137\ KJ/\ mol$$

صف عدد الاجرائات التي تؤدي الى رفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل

الفراغات

1- في التفاعل المتزن الاتي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)} + 92\ kJ$

فأن خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تراكيز المواد ....

2- اذا كانت قيمة ثابت الاتزان K_c لنظام متزن عند 500°C °C تساوي 2×10^{-15} وقيمته عند200°C تساوي 4×10^{-12} فإن ذلك يدل على ان التفاعل .... للحرارة .

$ (اذا طلب في السؤال هل التفاعل باعث ام ماص للحرارة) من خلال قيمة Kc و درجة الحرارة

1. اذا ازدادت Kc عند التسخين فالتفاعل ماص للحرارة
2. اذا قلت Kc عند التسخين فالتفاعل باعث للحرارة
3. اذا ازدادت Kc عند التبريد فالتفاعل باعث للحرارة
4. اذا قلت Kc عند التبريد فالتفاعل ماص للحرارة

3- في التفاعل المتزن الاتي: $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)} + 127kJ$

عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام المتزن فإن حرارة التفاعل......................

4- في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل ....درجة الحرارة .

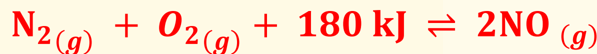
5- في التفاعل المتزن $CO_{2(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$

فإن ....الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2.

6- في التفاعل المتزن : $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ kJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

فإن رفع درجة الحرارة لإناء التفاعل يعمل على ....قيمة Kc للتفاعل.

7- التغير بـ .... لا يؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الأتي



$N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ kJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

8- للتفاعل المتزن : $Cl_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} +$ طاقة

يمكن زيادة تركيز HCl الناتج عند .... الحرارة للتفاعل

9- في التفاعل المتزن : $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وبدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة Kp للتفاعل = 3 والضغط الجزئي لغاز NO_2 يساوي 3 atm فإن الضغط الجزئي لغاز N_2O_4 يساوي ....

10- بدرجة حرارة معينة وجد Kc للتفاعل = 1×10^{28} فهذا يدل على أن موضع الاتزان يقع في اتجاه تكوين ....

11- عندما تكون Kp أصغر من Kc فإن مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة .... من مجموع عدد مولات المواد الناتجة.

12- اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل أصغر من ثابت الاتزان Kc للتفاعل فأن التفاعل يتجه نحو المواد ....

13- عند زيادة الضغط الكلي على حالة اتزان لتفاعل فيه عدد المولات للغازات المتفاعلة اصغر من عدد مولات الغازات الناتجة فإن موضع الاتزان ينحرف باتجاه ....

14- العلاقة بين ثابت الاتزان و Kc و تراكيز النواتج علاقة ....

15- عند تقليل الضغط في خليط متزن $(\Delta n_g = -1)$ فالتفاعل ينزاح نحو .... و ثابت الاتزان .... (2016 / تمهيدي).

16- تفاعل متزن ثابت اتزانه 4 = Kc فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فأن ثابت الاتزان ....

17- عندما ....لايكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان .

18- يترجح التفاعل ....لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل. (2016 / د 2) (2013 / خارج القطر)

19- في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند ....درجة الحرارة.

20- في تفاعل متزن و جد ان $K_c = \frac{K_P}{RT}$ ما يدل على ان مجموع مولات المواد الغازية الناتجة في هذا التفاعل ....عن مجموع مولات المواد الغازية المتفاعلة

الحل

1- الناتجة .
2- باعث .
3- ترتفع.
4- رفع (زيادة).
5- خفض (تقليل).
6- خفض.
7- الضغط.
8- خفض (تقليل).
9- 3atm.
10- لمواد الناتجة.
11- اكبر .
12- الناتجة .
13- المتفاعلات.
14- طردية .
15- المتفاعلات و لايتأثر .
16- لايتأثر .
17- صفر .
18- الخلفي .
19- زيادة .
20- اكبر .

اختر الجواب الصحيح

1- ثابت الاتزان K_C للتفاعل المتزن : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ عند درجة حرارة 727°C تبلغ 4.17×10^{-2} فإن اتجاه التفاعل عند خلط $0.4M$ من SO_3 و $0.1M$ من O_2 و $0.1M$ من SO_2 تكون :

أ- باتجاه المواد المتفاعلة. ب – بأتجاه المواد الناتجة.

ج- المفاعل في حالة اتزان ديناميكي. د – كل الاجابات السابقة خاطئة

-2 التفاعل المتزن : $CaO_{(s)}\ CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$ يتم في وعاء مغلق فأن كمية $CaCO_3$ تزداد عندما:

أ- تزال كمية من غاز CO2 من التفاعل عند الاتزان. ب- يزداد الضغط الكلي.

ج- تضاف كمية من Cao الى خليط آلاتزان . د- كل الاجابات السابقة خاطئة

3- التفاعل المتزن : $I_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2IF_{(g)}$ ثابت الاتزان K_C يساوي 1×10^{6} بدرجة حرارة 200K فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان 0.2 atm لغاز IF و 4×10^{-3} لغاز F_2 فان الضغط الجزئي لغاز I_2 يساوي :

أ- atm5×10^{4}

ب- atm1×10^{-5}

ج- atm1×10^{5}

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

4- إذا كانت قيمة Kc للتفاعل: $Li_{(g)} + \frac{1}{2}I_{2(g)} \rightleftharpoons LiI_{(g)}$ عند 300 K تساوي 640.3 فإن قيمة Kcللتفاعل: $2LiI_{(g)} \rightleftharpoons 2Li_{(g)} + I_{2(g)}$ عند درجة الحرارة نفسها تساوي.

أ- 25.3

ب- 41×10^{4}

ج- 15.6×10^{5}

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

5- عند مزج محلول K_2CrO_4 مع محلول HCl فإنه يصل الى حالة الاتزان حسب المعادلة الايونية الاتية:

$$2CrO_4{}^{2-}{}_{(aq)} + 2H^{+}{}_{(aq)} \rightleftharpoons Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

اصفر برتقالي

فإذا اردنا ان نجعل اللون البرتقالي هو السائد في الاناء فأننا نقوم بالآتي :

أ- تضيف مزيد من الماء
ب- تضيف مزيد من HCl
ج – تضيف مزيد من $K_2Cr_2O_7$
د– كل الاجابات السابقة خاطئة

6- عند اضافة محلول NaOH الى المزيج في السؤال السابق فأننا نتوقع أن يحدث :

أ- زيادة بتركيز $Cr_2O_7{}^{2-}$
ب- زيادة بتركيز H_2O
ج– نقص بتركيز $Cr_2O_7{}^{2-}$
د– كل الاجابات السابقة خاطئة

7- للتفاعل المتزن : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 29kJ$ قيمة Kc للتفاعل عند 25°C تساوي 5.5×10^{-5} لذا فإن قيمة Kp للتفاعل تساوي

أ- 22513.3
ب- 9×10^4
ج- 0.03
د– كل الاجابات السابقة خاطئة .

8- للتفاعل المتزن : $Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2Br_{(g)}$ قيمة K_p عند الاتزان 2558.4 بدرجة حرارة 4000 K وقيمة K_f للتفاعل بدلالة التراكيز المولارية تساوي 1.56 فإن قيمة K_b تساوي :

أ–0.2
ب – 20
ج– 7.8
د- كل الاجابات السابقة خاطئة

9- للتفاعل المتزن : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ ثابت الاتزان 2 = K_p فإن التفاعل يتجه نحو النواتج عندما تكون التراكيز للمواد الناتجة والمتفاعلة (بوحدات mole /L) هي الأتي:

أ– تركيز HI يساوي 0.1 و I_2 يساوي 0.05 و تركيز H_2 يساوي 0.05
ب– تركيز HI يساوي 0.4 و تركيز I_2 يساوي 0.1 و تركيز H_2 يساوي 0.2
ج– تركيز HI يساوي 0.001 و تركيز I_2 يساوي 0.0002 و تركيز H_2 يساوي 0.0025
د– كل الاجابات السابقة خاطئة

التعاليل

1- زيادة حجم أناء التفاعل لتفاعل غازي Δn_g(Reactants) $<$ Δn_g (Products) يؤدي الى خفض المنتوج.

ج/ عند زيادة حجم الاناء سينحرف التفاعل نحو المولات الغازية الاكبر اي باتجاه المتفاعلات لذا ستقل كمية النواتج

2- في التفاعل الافتراضي المتزن : $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} +$ طاقة لاتتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي. (2015 / د1).

ج/ عند زيادة الضغط سيتجه التفاعل نحو عدد المولات الاقل في هذا التفاعل عدد مولات غازات المتفاعلات مساوي لعدد مولات غازات النواتج $\Delta n = 0$ عند زيادة الضغط لا يتأثر حالة الاتزان اي لا تتغير حرارة التفاعل حيث تكون كمية الحرارة المفقودة مساوية لكمية الحرارة المكتسبة

3- قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جداً. (2015 / د2).

ج/ ثابت الاتزان يمثل النسبة بين تراكيز النواتج الى تراكيز المتفاعلات مرفوع كل منها الى اس يمثل عدد مولاتها في المعادلة الموزونة و لان التفاعل غير انعكاسي سكيون تراكيز جميع المتفاعلات او احدها يساوي صفر لانها تستهلك عند التفاعل فتكون كمية النواتج كبيرة جدا فتصبح قيمة ثابت التوازن كبيرة جدا .

4- ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $Kc = 0.3$; $Q = 1$ (تمهيدي / 2016 ، 2013 / د3)

ج/ $B \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\rightleftharpoons}} A$ لان قيمة $Q > Kc$ لذلك ينحرف التفاعل بالاتجاه الخلفي ولان التفاعل ماص للحرارة فالتفاعل الخلفي باعث للحرارة فتصبح كمية الحرارة المنبعثة اكبر من كمية الحرارة الممتصة لذا ترتفع حرارة التفاعل .

5- يُعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا أنخفضت قيمة Kc للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل.

ج/ عندما تقل Kc ستقل تراكيز النواتج وتزداد تراكيز المتفاعلات اي ينحرف التفاعل بالاتجاه الخلفي لذا نستنتج ان التفاعل الخلفي ماص للحرارة ∴ الامامي باعث للحرارة .

6- قيمة Kc تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة.

ج/ عند رفع درجة الحرارة ينحرف التفاعل بالاتجاه الماص للتقليل من الفائض بدرجة الحرارة اي سيتجه التفاعل بالاتجاه الامامي لذا سيزداد تراكيز النواتج فتزداد قيمة Kc لانها تتناسب طرديا مع تراكيز النواتج .

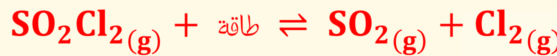
7- زيادة الضغط على خليط متوازن ($\Delta n_g = +1$) فإن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات. (2016 /د3، 2013 / د3 ، إنخفاض /–1، 2016 / د2 ،) (تقليص الحجم /–1)

ج/ ∵ موجب Δn فهذا يعني ان عدد مولات النواتج في معادلة التفاعل اكبر من عدد مولات المتفاعلات . فعند زيادة الضغط ينحرف نحو المولات الغازية الاقل (الخلفي) اي سيتجه باتجاه المتفاعلات .

8- تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات أخرى وكأنها متوقفة.

ج/ التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات تامة لانه يحدث استهلاك تام لاحد او جميع المواد المتفاعلة . اما التي تبدو كانها متوقفة هي تفاعلات مستمرة باتجاهين وصلت الى حالة الاتزان واصبحت التراكيز ثابتة .

9- في التفاعل المتزن الاتي



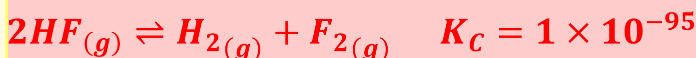
$$SO_2Cl_{2(g)} + \text{طاقة} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + Cl_{2(g)}$$

ترتفع حرارة التفاعل عند إضافة SO_2 الى خليط الاتزان.

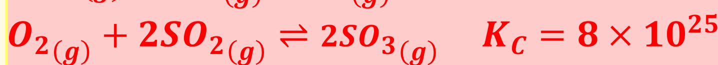
ج/ لانه عند اضافة SO_2 تزداد تراكيز النواتج فينحرف التفاعل بالاتجاه الخلفي لاستهلاك SO_2 المضاف . وبما ان التفاعل ماص للحرارة اذن التفاعل الخلفي هو الباعث للحرارة اي انها تنتج حرارة فتصبح كمية الحرارة المنبعثة بالاتجاه الخلفي اكبر من كمية الحرارة الممتصة بالاتجاه الامامي لذا سترتفع درجة حرارة التفاعل .

2. اهمية ثابت الاتزان (أ – تحديد اتجاه التفاعل ب –بيان العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة)

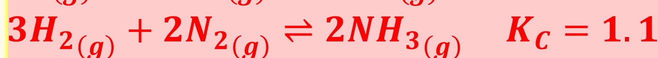
مثال 2 – 10 من قيم ثوابت الاتزان kc لكل من التفاعلات التالية .تنبأ بحالة الاتزان لها .



$$2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)} \quad K_C = 1 \times 10^{-95}$$



$$O_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \quad K_C = 8 \times 10^{25}$$



$$3H_{2(g)} + 2N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \quad K_C = 1.1$$

الحل /

1- التفاعل الاول قيمة ثابت الاتزان قليلة جداً اي عند حالة الاتزان فان كمية المواد الناتجة ضئيلة جداً لدرجة انه يمكن اعتبار ان من هذا التفاعل يكاد لا يحدث من الناحية العملية .

2- التفاعل الثاني قيمة kc كبيرة جداً اي عند الاتزان تكون كمية المواد الناتجة so_3 قد وصلت الى درجة قريبة من الاكتمال وان تراكيز المواد المتفاعلة كمية ضئيلة جداً (so_2 ، o_2) التي بقيت بدون تفاعل لذا من الناحية العملية هذا التفاعل يكاد يكون تاماً .

3- التفاعل الثالث قيمة ثابت الاتزان قريبة من الواحد الصحيح لذا فعند حالة الاتزان تكون كمية المواد المتفاعلة (H_2 ، N_2) وكمية المواد الناتجة (NH_3) متقاربة في تراكيزها .

تمرين 2 – 9 تنبأ بحالة الاتزان من قيم kc

1) $2H_2O_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + O_{2(g)} \quad K_C = 1.1 \times 10^{-81}$

2) $2CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2COCl_{2(g)} \quad K_C = 0.99$

3) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} \quad K_C = 4.4 \times 10^{32}$

المسائل الرياضية

مثال 2 – 1 2014/د1/ تغير ارقام/ 2015/د1/ تغير ارقام

للتفاعل المتزن الاتي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)}$ وجد ان ثابت سرعة التفاعل الامامي kf يساوي 0.11 وثابت سرعة التفاعل الخلفي يساوي 0.05 احسب ثابت الاتزان للتفاعل keq

الحل / $K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$

تمرين 2 – 1 2016/د1/ تغير ارقام تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له k_{eq} يساوي 4.24 وثابت سرعة التفاعل الخلفي $K_b = 0.02$ فما ثابت سرعة التفاعل الامامي

الحل /

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b}$$

$$4.24 = \frac{K_f}{0.02} \Rightarrow K_f = 4.24 \times 0.02 = 0.0848$$

ملاحظة : -في التفاعلات الغير متجانسة يمكن حذف المادة السائلة والصلبة من علاقة ثابت التوازن . علل ؟

ج / لان المـــواد الصـــلبة والســـائلة النقيـــة يبقـــى تركيزهـــا ثابتـــا مهمـــا تغيـــرت كميتهـــا حتـــى وان تغير الحجم فان النسبة بين كمية هذه المواد الى الحجم تبقى ثابتة



$$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + Co_{2(g)}$$

$$K_p = P_{co_2}$$

حساب ثابت الاتزان : هنالك عدة انواع من الاسئلة الخاصة بايجاد ثابت الاتزان

النوع الاول :

A - يعطي جميع التراكيز او الضغوط عند الاتزان او يعطي Kc او Kp و يطلب احد التراكيز عند الاتزان

B - يعطي ثابت الاتزان وجميع التراكيز او الضغوط عدا واحد فقط هو المطلوب

الحل / نطبق قانون K_P , K_C بشكل مباشر

مثال 2 – 4 جد قيمة Keq للتفاعل الاتي:



$$2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

اذا علمت ان التراكيز في درجة حرارة معينة عند حصول الاتزان هي :

$[CH_4] = 0.02\ M$ ، $[C_2H_2] = 0.05\ M$ ، $[H_2] = 0.143\ M$

الحـــل / طالمـــا ان المعطـــى هـــو التراكيـــز المولاريـــة للمـــواد عنـــد الاتـــزان اذن نكتـــب K_{eq} بدلالة K_c

$$K_c = \frac{[C_2H_2][H_2]^3}{[CH_4]^2} = \frac{(0.05)(0.143)^3}{(0.02)^2} = 0.37$$

تمرين 2 – 3 جد قيمة Keq للتفاعل الاتي عند 100 °C



$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$$

اذا علمت ان التراكيز عند الاتزان : $[NO_2] = 0.017\ M$،$[N_2O_4] = 0.002\ M$

الحل /

$$K_{eq} = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{0.002}{(0.017)^2} = \frac{0.002000}{0.000289} = \frac{2000}{289} = 6.92$$

ســـؤال 2–2 نقطـــة – 9 – فـــي التفاعـــل المتـــزن : $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وبدرجـــة حـــرارة معينـــة اذا كانـــت قيمـــة Kp للتفاعـــل = 3 والضـــغط الجزئـــي لغـــاز NO_2 يســـاوي 3 atm فإن الضغط الجزئي لغاز N_2O_4 يساوي ....

الحل

$$k_p = \frac{(p_{NO_2})^2}{(p_{N_2O_4})} \Rightarrow 3 = \frac{3^2}{p_{N_2O_4}} \Rightarrow p_{N_2O_4} = \frac{9}{3} = 3atm$$

النوع الثاني : الفرضية (وتقسم الى ثلاث انواع)

A – يطلب التراكيز عند الاتزان ويعطي ثابت الاتزان

الحل / 1 . نكتب الفرضية   2 . نستخدم قانون ثابت الاتزان لايجاد المجهول X في الفرضية

كيف نكتب الفرضية (وهي ثلاث اسطر تحت المعادلة) : قبل كل شيء كتابة المعادلة الخاصة بالسؤال

1. السطر الاول : كتابة التراكيز الابتدائية تحت المعادلة ، كل مادة تحتها تركيزها (تركيز النواتج يكون صفر دائماً)
2. السطر الثاني : كتابة التغير بالتراكيز حيث نفرض كل مادة متفاعلة -X وكل مادة ناتجة +X مضروب بعدد مولات تلك المادة في المعادلة الكيميائية الموزونة (المتفاعلات تتناقص لتكوين النواتج)
3. السطر الثالث : كتابة التراكيز عند الاتزان وهو مجموع التراكيز الابتدائية (سطر اول) مع التغير بالتراكيز (سطر ثاني)

كلمات تعني التركيز ابتدائي وهي تدل على فرضية : وضع ، سخن ، مزج ، تفاعل ، ادخل ، قبل التفكك ، تفكك

مثال 2 – 5 في التفاعل الاتي : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ خلط 0.5 mol من H_2 و 0.5 mol من I_2 في وعاء حجمه لتر وبدرجة حرارة 430°C وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ثابت الاتزان K_C يساوي 29 . 5 احسب تراكيز المواد التي تمثل مزيج الاتزان.

الحل /

$$M = \frac{n}{V_L} = \frac{0.5}{1} = 0.5\ mol/L$$



$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

H_2	I_2	$2HI$	
0.5	0.5	0	التراكيز الابتدائية
-x	-x	+2x	التغير في التراكيز
(0.5 -x)	(0.5-x)	(2x)	التراكيز عند الاتزان

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$5.29 = \frac{[2X]^2}{(0.5-X)^2}$$ نجذر الطرفين

$$2.3 = \frac{2X}{0.5 - X}$$

$$2X = 1.15 - 2.3X$$

$$4.3X = 1.15$$

$$X = \frac{1.15}{4.3} = 0.267$$

$$\therefore [H_2] = [I_2] = 0.5 - X$$
$$= 0.5 - 0.267$$
$$= 0.233\ mol/L$$ عند الاتزان

$$[HI] = 2X$$
$$[HI] = 2 \times 0.267$$
$$= 0.534\ mol/L$$ عند الاتزان

2 – 26 وضع 4 g من غاز HF في وعاء مغلق حجمه 2 L وعند درجة حرارة 27°C وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ فاذا كان kp للتفاعل يساوي 1.21 إحسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الاتزان علماً بان الكتلة المولية للغاز تساوي 20g/mole

عندما يعطي وزن المادة

1 – نستخرج عدد المولات $n = \frac{m}{M}$

2 – نجد الضغط اذا كان السؤال يخص الضغوط

من القانون PV = nRT

اما اذا كان السؤال يخص التركيز نجد التركيز

من القانون $M = \frac{n}{V}$

$$n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} = \frac{4\ g}{20g/mol} = 0.2\ mol$$

T (K) = t (C) + 273 = 27 + 273 = 300 K

نستخدم القانون العام للغازات لحساب الضغط الجزئي لـ HF

$$PV = n\,RT$$

$$P \times 2 = 0.2 \times 0.082 \times 300$$

$$p = \frac{0.2 \times 24.6}{2} = 2.46\ atm$$ ضغط HF



$$2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$$

	$2HF_{(g)}$	$H_{2(g)}$	$F_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	2.46	0	0
التغير في التركيز	-2x	+x	+x
عند الاتزان	2.46-2x	x	x

$$k_p = \frac{p_{H_2} \times p_{F_2}}{(p_{HF})^2}$$

$$1.21 = \frac{X^2}{(2.46-2X)^2}$$ بالجذر

$$1.1 = \frac{X}{2.46-2X}$$

$$X = 1.1(2.46 - 2X)$$

$$X = 2.706 - 2.2X$$

$$X + 2.2X = 2.706$$

$$3.2X = 2.706 \Rightarrow X = \frac{2.706}{3.2} = 0.85$$

$$\therefore p_{HF} = 2.46 - 2X = 2.46 - 2 \times 0.85 = 2.46 - 1.7$$

$$p = 0.76\ atm$$ ضغط HF عند الاتزان

طعم النجاح لا يعرفه الا من تجرع مرارة الصبر على المشقة

B – يعطي كلمة دالة على قيمة X والكلمات الدالة هي

مستهلك ، متفكك ، متأين ، متحلل ، % للتحلل ، انخفضت بمقدار: تركيز مادة متفاعلة عند التغير في التراكيز

ارتفعت بمقدار :– تركيز مادة ناتجة عند مرحلة التغير في التراكيز

المتبقي :– تركيزمادة متفاعلة عند الاتزان

المتكون :– تركيز مادة ناتجة عند الاتزان

الحل / نكتب الفرضية ثم نستخدم قيمة الكلمة الدالة لايجاد قيمة X



	A	B
التراكيز الابتدائية	وضع	
التغير بالتراكيز	المستهلك	ارتفعت بمقدار
التراكيز عند الاتزان	المتبقي	المتكون

مثال 2–6 في احد التجارب العلمية ادخل 0.625 mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5 L فتفكك الغازحسب التفاعل الاتي وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي = 0.025 mol/L احسب Kc . $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

الحل / نحسب التركيز المولاري الابتدائي لغاز N_2O_4

$$M = \frac{n_{(mol)}}{V_{(L)}} = \frac{0.625}{5} = 0.125\ mol/L$$



	N_2O_4	$2NO_2$
التراكيز الابتدائية	0.125	0
التغير في التراكيز	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	(0.125 -X)	2X

$$2X = 2(0.1) = 0.2$$

0.125 -X = 0.025 (المتبقي)

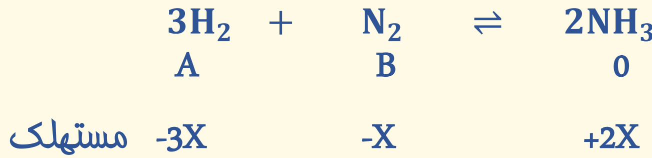
$\therefore\ X = 0.10$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(2x)^2}{(0.125-x)} = \frac{(0.2)^2}{(0.025)} = \frac{0.04}{0.025} = \frac{40}{25} = 1.6$$

$ اذا ذكر في السؤال وضعت مولات مختلفة من مادتين نعوض التركيز الابتدائي للمادتين في الفرضية باحرف مختلفة

تمرين 2 – 6 (2015 / تمهيدي) في التفاعل الغازي الاتي : $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2 ، N_2 في اناء سعة لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي 0.3 mol وما تبقى من N_2 يساوي 0.2mol ما عدد مولات كل من N_2 و H_2 قبل التفاعل علما بان ثابت اتزان 200 = K_C

الحل /



$$M = \frac{n}{v} = \frac{n}{1} \quad \Rightarrow \quad M = n$$

	$3H_2$	+	N_2	$\rightleftharpoons$	$2NH_3$
	A		B		0
مستهلك	-3X		-X		+2X
	(A-3X)		(B - X) = 0.2		2X
	(A- 0.3)		B - 0.1 = 0.2		(0.2)
			B = 0.3		

المستهلك = 0.3
$3X = 0.3$
$X = 0.1$

$$\therefore [N_2] = 0.3\ M$$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

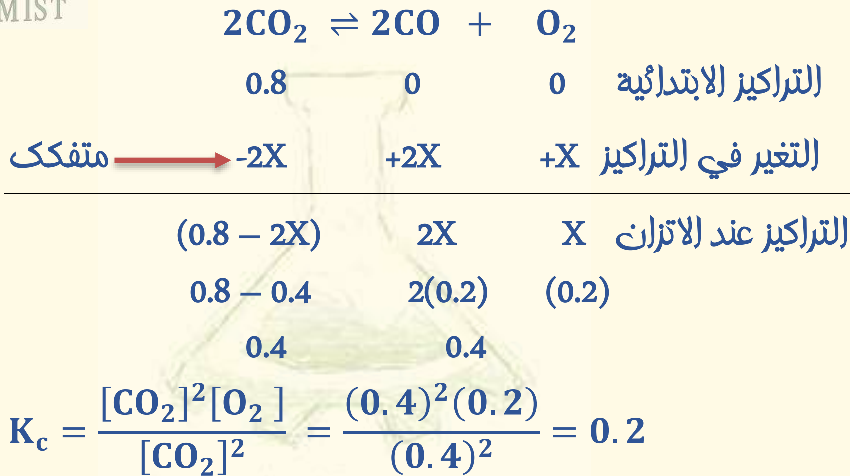
$$200 = \frac{(0.2)^2}{(0.2)(A-0.3)^3} \Rightarrow 200 = \frac{0.2}{(A-0.3)^3} \Rightarrow (A-0.3)^3 = \frac{0.2}{200}$$

$(A-0.3)^3 = 0.001$ بالجذر التكعيبي

$A - 0.3 = 0.1 \quad \Rightarrow \quad A = 0.4\ M = [H_2]$

تمرين 2 – 5 للتفاعل $2CO_2 \rightleftharpoons 2CO + O_2$ وضع في اناء حجمه لتر 0.8 mol من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند الوصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت احسب K_c .

الحل / $M = n \quad (V = 1L)$



$$2CO_2 \rightleftharpoons 2CO + O_2$$

	$2CO_2$	$2CO$	O_2
التراكيز الابتدائية	0.8	0	0
التغير في التراكيز	متفكك ← -2X	+2X	+X
التراكيز عند الاتزان	(0.8 – 2X)	2X	X
	0.8 – 0.4	2(0.2)	(0.2)
	0.4	0.4	

المتفكك = ½ (كمية الغاز) = ½ (0.8)= 0.4M

المتفكك = 2X

2X = 0.4

X = 0.2

$$K_c = \frac{[CO_2]^2[O_2]}{[CO_2]^2} = \frac{(0.4)^2(0.2)}{(0.4)^2} = 0.2$$

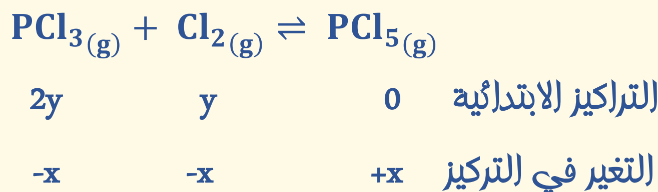
$ اذا ذكر في السؤال ان ضغط او مولات مادة هي ضعف مادة اخرى نعوض التركيز الابتدائي للمادة y والاخرى 2y في الفرضية

2 – 21 (2014 / تمهيدي) في التفاعل المتزن الغازي: $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ وجد انه ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 الجزئي وعند وصول التفاعل الى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي 1atm فاذا علمت ان Kp للتفاعل يساوي 1/6 فما ضغطا غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل .

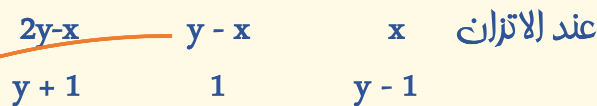
الحل /

$$PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$$

	PCl_3	Cl_2	PCl_5
التراكيز الابتدائية	2y	y	0
التغير في التركيز	-x	-x	+x
عند الاتزان	2y-x	y - x	x
	y + 1	1	y - 1



$$y - X = 1 \Rightarrow X = y - 1$$



الضغط عند الاتزان $pcl_3 = 2y - x = 2y - (y - 1) = 2y - y + 1 = y + 1$

الضغط عند الاتزان $pcl_5 = y - 1$

$$k_p = \frac{p_{pcl_2}}{p_{cl_2} \times p_{pcl_3}}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{(y-1)}{(y+1) \times 1} \Rightarrow (y+1) = 6(y-1) \Rightarrow y + 1 = 6y - 6$$

$$6 + 1 = 6y - y \Rightarrow 7 = 5y$$

$$y = \frac{7}{5} = 1.4\ atm$$

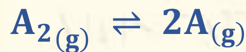
الان نعوض قيمة y لاستخراج الضغوط الابتدائية للغازات

$p_{cl_2} = y = 1.4 \ \ atm$

$p_{pcl_3} = 2y = 2 \times 1.4 = 2.8 \ \ atm$

2 – 18 للتفاعل المتزن : $A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ وجد أنه عند وضع مول من A_2 في اناء التفاعل حجمه لتر واحد عند (STP) يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد انه يتحلل 1 ٪ من A_2 . ماقيمة Kc للتفاعل ؟ وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع M 0.01 من A_2 وعند ظروف التفاعل نفسها ؟

الحل/ لان V = 1 L   M = n



$A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$

	A_2	$2A$
التراكيز الابتدائية	1	0
التغير في التركيز	-x	+2x
عند الاتزان	1-x	2x
	1-0.01	2X 0.01
	0.99	0.02

النسبة المؤية للمتحلل من $A2 = \frac{\text{المتحلل من } A2}{\text{التركيز الابتدائي } A2} \times 100$

$1 = \frac{\text{المتحلل من } A2}{1} \times 100$

المتحلل مكن $A2 = X = 0.01$

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} = \frac{(0.02)^2}{0.99} = \frac{4\times10^{-4}}{99\times10^{-2}} = 4 \times 10^{-4}$$

الان نجد تركيز A عندما يكون تركيز A_2 يساوي 0.01 نستخدم قانون Kc (النوع الاول B)

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]}$$

$$4 \times 10^{-4} = \frac{[A]^2}{0.01}$$

$\therefore [A]^2 = 4 \times 10^{-6}$ بالجذر

$[A] = 2 \times 10^{-3}$ mol / L

2 – 27 (2014 / د1) إذا كانت درجة تفكك مول واحد من N_2O_4 الى NO_2 هي 20٪ عند درجة حرارة 27°C وضغط 1atm وفي إناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة Kp للتفاعل.

(معلومة : درجة التفكك تساوي الجزء الى الكل مضروباً في 100).

الحل/

نجد تركيز الجزء المتفكك من خلال القانون

$$\text{درجة التفكك} = \frac{\text{تركيز الجزء المتفكك}}{\text{تركيز الكلي}} \times 100$$

$$20 = \frac{X}{1} \times 100$$

$X = \frac{20}{100} = \frac{2}{10} = 0.2$ تركيز المتفكك من المادة المتفاعلة

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

	N_2O_4	$2NO_2$	
التراكيز الابتدائية	1	0	
التغير في التركيز	-x	+2x	[0.2 المتفكك]
	1-x	2x	
عند الاتزان	1-0.2	0.4	
	0.8		

$$K_c = \frac{[NO_2]}{[N_2O_4]} = \frac{(0.4)^2}{0.8} = \frac{0.16}{0.8} = 0.2$$

$$\Delta n = 2 - 1 = 1$$

$$k_p = k_c(RT)^{\Delta n_g} = 0.2(0.082 \times 300) = 0.2 \times 24.6 = 4.92$$

C – يعطي الضغط الكلي او عدد المولات الكلية

الحل / نكتب الفرضية ثم نستخدم قانون دالتون لايجاد قيمة X

مثال 2 – 7 للتفاعل الغازي الاتي : $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وفي وعاء مغلق حجمه لتر واحد وجد ان ضغط غاز SO_3 قبل تفككه يساوي 3 atm عند درجة حرارة معينة بلغ التفاعل حالة الاتزان فوجد ان الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4 atm احسب k_p للتفاعل عند الاتزان .

الحل /



$$2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

	$2SO_3$	$2SO_2$	O_2
قبل التفاعل	3.0	0.0	0.0
التغير في التراكيز	-2X	+2X	+X
التراكيز عند الاتزان	(3 -2X)	2X	X

ان الضغط الكلي يساوي مجموع الضغوط الجزيئية (قانون دالتون)

$$\because \; P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$$

$$4 = (3 - 2X) + 2X + X$$

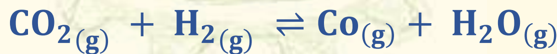
$$4 = 3 + X \Rightarrow X = 4 - 3 = 1 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{{p_{so_2}}^2 \times p_{o_2}}{{p_{so_3}}^2} = \frac{(2)^2(1)}{(1)^2} = 4$$

$ اذا ذكر في السؤال وضعت مولات متساوية من مادتين نعوض التركيز الابتدائي للمادتين في الفرضية بنفس الحرف (y)

24 – 2 للتفاعـــل المتــــزن: $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$ وفـــي انـــاء حجمــه لتــر واحــد تــم خلــط مــولات متســاوية مــن CO_2 وH_2 وبدرجــة حــرارة 2000 K وصـل التفاعـل حالـة الاتــزان فوجـد ان عـدد المــولات الكليـة لخليـط الغـازات عنـد الاتــزان تســاوي 3mole مـا تراكيز خليط الاتزان علما بان ثابت الاتزان Kc يساوي 4؟

الحل / $M\,(mol / L) = \frac{n\,(mol)}{V\,(L)} = \frac{n\,(mol)}{1} = n(mol)$


$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Co_{(g)} + H_2O_{(g)}$

التراكيز الابتدائية	y	y	0	0
التغير في التركيز	-x	-x	+x	+x
عند الاتزان	y-x	y-x	+x	+x
	1.5-x	1.5-x	x	x

$n_{\text{كلي}} = n_{co_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$

$3 = y - x + y - x + x + x$

$3 = 2y \Rightarrow y = \frac{3}{2} = 1.5$

$K_C = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} = \frac{x^2}{(y-x)^2}$

$4 = \frac{x^2}{(1.5-x)^2}$ بالجذر

$2 = \frac{x}{1.5-x}$

$x = 2(1.5 - x) \Rightarrow x = 3 - 2x \Rightarrow 3 = 3x \Rightarrow x = \frac{3}{3} = 1$

$[CO_2][H_2] = 1.5 - x = 0.5$ mol / L

$[CO][H_2O] = x = 1$ mol / L

العلاقة بين Kp و Kc

مثــال 2 – 9 (2013/تمهيـــدي ، 2015 / د2) افتــرض حصــول الاتــزان للتفاعــل الاتــي عنــد درجــة حــرارة 300 K $NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ ووجــد ان قــيم الضغـــوط الجزيئيــة لكل غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي 0.3atm احسب K_P، K_C للتفاعل .

الحل /

$K_P = P_{NH_3}\, P_{H_2S}$

$K_P = (0.3)(0.3) = 0.09$

$$\Delta n_g = \sum n_{g_{prodect}} - \sum n_{g_{Reactants}} = 2 - 0 = 2$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 0.09(0.082 \times 300)^{-2}$$

$$K_C = \frac{0.09}{(24.6)^{+2}} = \frac{(0.3)^2}{(24.6)^2} = \left(\frac{0.3}{24.6}\right)^2$$

$$Kc = (\frac{1}{82})^2 = (0.01219)^2 = 0.000148 = 1.48 \times 10^{-4}$$

تمرين 2 − 7 احسب قيمة K_C للتفاعل التالي عند $500°C$ اذا علمت ان قيمة KP



يساوي 1.5×10^{-5} عند درجة الحرارة نفسها. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

الحل /

$$\Delta n = \sum n_p - \sum n_R = 2 - 4 = -2$$

نحول درجة الحرارة الى K

$$T_{(K)} = t(°C) + 273 = 500 + 273 = 773k$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 1.5 \times 10^{-5}(0.082 \times 773)^{+2}$$

$$K_C = 1.5 \times 10^{-5}(63.39)^2 = 1.5 \times 10^{-5}(4019.56) = 1.5 \times 10^{-5}(4 \times 10^3)$$

$$= 6 \times 10^{-2}$$

تمرين 2 − 8 اذا كانت kc =1.6 عند 1000°C بالنسبة للتفاعل الاتي $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$

احسب ضغط CO الجزئي في حالة الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي في تلك الحالة لغاز CO_2 يساوي 0.6 atm

الحل /

$$\Delta n = \sum n_p - \sum n_R$$

$$\Delta n = 2 - 1 = 1$$

$$T_{(K)} = t(°C) + 273 = 1000 + 273 = 1273k$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n}$$

$$K_P = 1.6 \times (0.082 \times 1273)^{+1} = 167$$

$$K_P = \frac{P_{CO}{}^2}{P_{CO_2}} \Rightarrow 167 = \frac{(P_{CO})^2}{0.6} \Longrightarrow (P_{CO})^2 = 167 \text{ x } 0.6$$

$$P_{CO}{}^2 = 100 \Longrightarrow P_{CO} = 10 \text{ atm}$$

2 − 19 للتفاعل المتزن الاتي : $3A_{(g)} \rightleftharpoons aB_{(g)}$ وجد ان ثابت الاتزان Kc يساوي 147.6 وبدلالة Kp يساوي 6 بدرجة حرارة 27°C جد قيمة a في المعادلة.

الحل /

$$\Delta n = \sum n_{(pr)} - \sum n_{(Re)}$$

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

$$\Delta n = a - 3$$

$$T = 273 + 27 = 300K$$
$$k_C = k_P(RT)^{-\Delta n_g}$$
$$147.6 = 6(0.082 \times 300)^{-(a-3)}$$
$$\frac{147.6}{6} = (24.6)^{-a+3}$$
$$(24.6)^1 = (24.6)^{-a+3}$$
$$1 = -a + 3$$
$$a = 3 - 1 = 2$$

2 – 11 (1د/2013 ، 2د/2014 ، تغير ارقام ، (0.9 / 0.54)

عند تسخين غاز NOCl النقي الى درجة 240°C في اناء مغلق حجمه لتر يتطل حسب المعادلة : $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1atm والضغط الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.64 atm أحسب :

أ- الضغوط الجزئية لكل من غازي Cl2 و N O عند الاتزان .

ب- ثابت الاتزان Kc للتفاعل عند نفس درجة الحرارة.

الحل /


$$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

	A	0	0
	-2X	+2X	+X
عند الاتزان	0.64	2X	X

$$P_{الكلي} = P_{Nocl} + P_{No} + P_{Cl_2}$$
$$1 = 0.64 + 2x + x$$
$$1 = 0.64 + 3x$$
$$3x = 1 - 0.64 = 0.36$$
$$x = \frac{0.36}{3} = 0.12$$
$$\therefore P_{Cl_2} = 0.12atm$$
$$P_{No} = 2x = 2 \times 0.12 = 0.24 \text{ atm}$$
$$k_p = \frac{(P_{No})^2(P_{Cl_2})}{(P_{Nocl})^2} = \frac{(0.24)^2(0.12)}{(0.64)^2} = \left(\frac{0.24}{0.64}\right)^2 \times (0.12) = \left(\frac{3}{8}\right)^2 \times (0.12)$$
$$k_p = \frac{9}{64} \times (0.12) = 0.017$$

T (K) = 240 + 273 = 513 C

$$\Delta n = \sum n_p - \sum n_R$$

$$\Delta n_g = 3 - 2 = 1$$

$$k_c = k_p (RT)^{-\Delta n_g}$$

$$k_c = 0.017 (0.082 \times 513)^{-1}$$

$$k_c = \frac{0.017}{42} = \frac{17 \times 10^{-3}}{42} = 0.4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-4}$$

2 – 25 ج للتفاعل المتزن غير المتجانس : $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ بدرجة حرارة $800°C$ وجد أن ضغط CO_2 عند الاتزان يساوي 0.235 atm . احسب Kc للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها.

ج / 374.8 (انتبه للمواد الصلبة)

العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة :-

$ عند وجود معادلتين او اناثين في السوال

الحل / 1 – إيجاد kc1 للاناء او المعادلة التي لها معطيات   2 – نقارن المعادلة الاولى بالثانية

3 – نجد kc2 للاناء الثاني   4 – نجد المطلوب

مثال 2 – 11 إذا كان ثابت الاتزان عند 100 C للتفاعل التالي = 0.36 $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ فما ثابت الاتزان للتفاعلات التالية عند درجة الحرارة نفسها :



1) $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ 2) $\frac{1}{2}N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)}$

الحل /

1. المعادلة 1 مقلوب الاصلية

$$\therefore K_{C_2} = \frac{1}{K_{C_1}} = \frac{1}{0.36} = 2.8 = K_{C_2}$$

2. المعادلة 2 هى الاصلية x $\frac{1}{2}$

$$K_{C_3} = (K_{C_1})^{\frac{1}{2}}$$

$$K_{C_3} = \sqrt{0.36} = 0.6$$

تمرين 2 – 10 للتفاعل $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ ثابت الاتزان Kp = 0.39 بدرجة حرارة 227°C فما قيمة Kc للتفاعل $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ بدرجة الحرارة نفسها

الحل / نستخرج K_{c_1} للتفاعل الاول

$$T_{(K)} = t(°C) + 273 = 227 + 273 = 500k$$

$$\Delta n_g = 1 - 2 = -1$$

$$K_{C_1} = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_{C_1} = 0.39 \times (0.082 \times 500)^{+1} = 16$$

∵ التفاعل الثاني هو معكوس التفاعل الاول لذا يقلب Kc

$$K_{C_2} = \frac{1}{K_{C_1}} = \frac{1}{16} = 0.0625$$

تمـــرين 2 – 11 للتفاعـــل الغـــازي $3H_{2_g} + N_{2_g} \rightleftharpoons 2NH_{3_g}$ بدرجـــة حـــرارة معينـــة وجـــد ان خلـــيط الاتـــزان يحتـــوي علـــى 0.02 M مـــن NH_3 و 0.1 M مـــن N_2 وكـــذلك مـــن H_2 ، مـــا ثابت الاتزان K_C للتفاعل $NH_{3_g} \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_{2_g} + \frac{1}{2}N_{2_g}$

الحل / نستخرج KC1 للتفاعل الاول $3H_{2_g} + N_{2_g} \rightleftharpoons 2NH_{3_g}$

0.1　　0.1　　0.02

$$K_{C_1} = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.02)^2}{(0.1)^4} = \frac{0.0004}{0.0001} = 4$$

∵ التفاعل الثاني هو معكوس التفاعل الاول ومضروب x $\frac{1}{2}$

$$K_{C_2} = \left(\frac{1}{K_{C_1}}\right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

تمرين 2 – 12 وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه واحد لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم 0.2 mol حسب التفاعل الاتي : $2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$ فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لأناء اخر حجمه 1.0L الناتج من خليط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2.0 mol لكل منهما

الحل / هذا السؤال عبارة عن إنائين

1- ايجـــاد kc1 للانـــاء الاول　2 – تقـــارن المعادلـــة الاولـــى بالثانيـــة لنجـــد kc2 للانـــاء الثـــاني

3– نجد المطلوب

$M = n$ (1L = الحجم)



	$2HBr \rightleftharpoons$	H_2 +	Br_2
قبل التفاعل	1	0	0
التغير في التراكيز	-2X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	(1 -2X)	X	X
	1- 0.4		

$[HBr] = 0.6$

المتكون من البروم اي تركيزه عند الاتزان ويساوي (x = 0.2 mol)



$$K_{c1} = \frac{[H_2\ ][Br_2]}{[HBr]^2}$$

$$K_{c_1} = \frac{X.\ X}{(1-2X)^2} = \frac{0.2\times0.2}{(0.6)^2} = \frac{0.04}{0.36} = \frac{1}{9}$$

$$K_{c_2} = \frac{1}{K_{c_1}} = \frac{1}{\frac{1}{9}} = 9$$ الاناء الاخر

	H_2	+ Br_2 ⇌	$2HBr$
قبل التفاعل	2	2	0
التغير في التراكيز	-X	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	(2-X)	(2-X)	2X

$$K_{c_2} = \frac{[HBr]^2}{[H_2\ ][Br_2]}$$

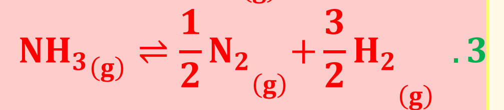
$$9 = \frac{(2x)^2}{(2-x)^2}$$ بالجذر

$$3 = \frac{2x}{2-x} \Rightarrow 6-3x = 2x \Rightarrow 6 = 2x+3x$$

$$5x = 6 \Rightarrow x = 1.2\ M \quad \Rightarrow [HBr] = 2x = 2.4\ M$$ ويساوي عدد المولات

2 – 14 يتزن التفاعل الاتي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ عند درجة 377°C وقيمة ثابت الإتزان Kc تساوي 1.96. أحسب قيم ثوابت الاتزان للتفاعلات التالية وبنفس درجة الحرارة.





1. $\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$
2. $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$
3. $NH_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)}$

تمرين 2 – 13 وجد ان ثابت الاتزان للضغوط الجزيئية بدرجة حرارة k 2000 لكل من التفاعلات الاتية:



$$\frac{1}{2}Br_2 + \frac{1}{2}F_2 \rightleftharpoons BrF \qquad K_P = 150$$



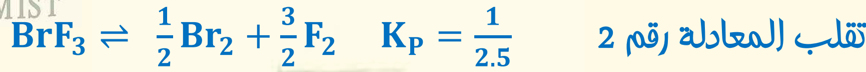
$$\frac{1}{2}Br_2 + \frac{3}{2}F_2 \rightleftharpoons BrF_3 \qquad K_P = 2.5$$

احسب ثابت الاتزان للتفاعل Kc: $BrF_3 \rightleftharpoons BrF + F_2$

الحل / هذا التفاعل مرتبط بفكرة قانون هيس حيث ان :



$$\frac{1}{2}Br_2 + \frac{1}{2}F_2 \rightleftharpoons BrF \qquad K_P = 150$$



$BrF_3 \rightleftharpoons \frac{1}{2}Br_2 + \frac{3}{2}F_2 \quad K_P = \frac{1}{2.5}$ تقلب المعادلة رقم 2



$BrF_3 \rightleftharpoons BrF + F_2$

$K_P = K_{P_1} \times K_{P_2} = 150 \times \frac{1}{2.5} \rightarrow K_P = 60$

الان نجد K_C من القانون $Kc = K_p(RT)^{-\Delta n_g}$

$K_c = 60 \times (0.082 \times 2000)^{-1} \Rightarrow K_c = 60 \times (16.4)^{-1} = \frac{60}{16.4} = \frac{600}{164} = 3.66$

2 – 15 ثابت الاتزان Kc يساوي 4.2×10^{-7} للتفاعل المتزن :



$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$

و Kc يساوي 4.7×10^{-9} للتفاعل $CaCO_3 \rightleftharpoons CO_3^{2-} + Ca^{2+}$

و Kc يساوي 4.8×10^{-11} للتفاعل $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$

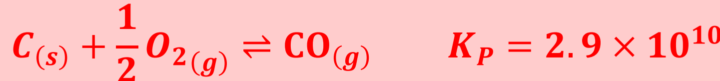
فما ثابت الاتزان Kc للتفاعل المتزن :



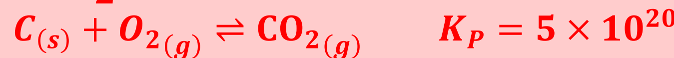
$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2HCO_3^-$

الحل / قلب المعادلة الثالثة وجمعها مع الاولى والثانية

2 – 29 وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_P بدرجة حرارة K1000 للتفاعلات :



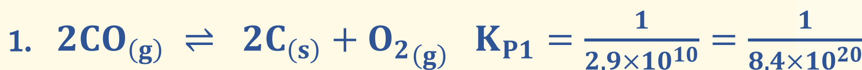
$C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} \quad K_P = 2.9 \times 10^{10}$



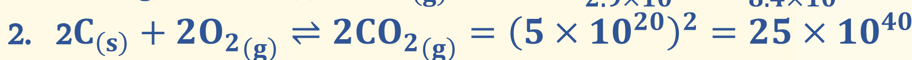
$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} \quad K_P = 5 \times 10^{20}$

احسب ثابت الاتزان بدلالة K_c للتفاعل $2CO_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)}$

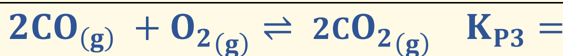
الحل / تقلب المعادلة الاولى وتضربها 2x وتضرب المعادلة الثانية 2x



1. $2CO_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(s)} + O_{2(g)} \quad K_{P1} = \frac{1}{2.9\times10^{10}} = \frac{1}{8.4\times10^{20}}$



2. $2C_{(s)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} = (5 \times 10^{20})^2 = 25 \times 10^{40}$



$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} \quad K_{P3} =$

$K_{P1} \times K_{P2}$

$K_{P3} = K_{P1} \times K_{P2} = \frac{1}{8.4 \times 10^{20}} \times 25 \times 10^{40}$

$= \frac{25 \times 10^{40}}{8.4 \times 10^{20}}$

$K_{P3} = 2.97 \times 10^{20} \simeq 3 \times 10^{20}$

$\Delta n = 2 - 3 = 1$

$k_c = k_p(RT)^{-\Delta n_g}$

$k_C = 2.97 \times 10^{20}(0.082 \times 1000)^{-(-1)}$

$k_C = 2.97 \times 10^{20}(82)^{+1} = 243.5 \times 10^{20} = 2.4 \times 10^{22}$

"من الجميل أن يكون لك عقلاً مرناً" يتكيف مع جميع العقول ... التي تجالسها يومياً ... مهما إختلفت معك

حاصل التفاعل Q :

مثال 2 – 12 ثابت الاتزان للتفاعل : $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ عند 500 سليزية هو 0.06 ادرس حالات الاتزان وقرر اتجاه سير التفاعل علماً ان جميع التراكيز بوحدة (mol /L)

$[H_2]$	$[N_2]$	$[NH_3]$
0.002	0.00001	0.001
0.354	0.000015	0.0002
0.01	5	0.0001

الحل / نجد Q لكل حالة وتقارنها مع Kc

$$1)\quad Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3\,[N_2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.002)^3(0.00001)} = 12.5 \times 10^5$$

∵ $Q > Kc$ فان التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي اي النظام ينزاح نحو التفاعلات

$$2)\quad Q = \frac{(0.0002)^2}{(0.354)^3(0.000015)} = 0.06$$

∵ $Q = KC$ فالتفاعل في حالة اتزان والتراكيز ثابتة .

$$3)\quad Q = \frac{(0.0001)^2}{(0.01)^3(5)} = 0.002$$

∵ $Q < KC$ فالتفاعل يسير بالاتجاه الامامي اي النظام ينزاح نحو اليمين باتجاه النواتج

ملاحظات :

☒ اذا تم ذكر التراكيز الابتدائية للمتفاعلات فقط (من ضمن المعطيات او من ضمن المطاليب) دون ذكر اي معلومة عن النواتج فان هذا السؤال هو من ضمن اسئلة ما قبل موضوع Q (حاصل التفاعل) ويكون حل السؤال بالفرضية كما تم دراسته سابقا .

☒ اذا تم ذكر التراكيز الابتدائية للنواتج (من ضمن المعطيات او من ضمن المطاليب) فان هذا السؤال من ضمن اسئلة موضوع Q ، ويكون الحل بضرورة معرفة اتجاه التفاعل امامي او خلفي لمعرفة اشارة X عند التغير في التراكيز (موجبة او سالبة) وذلك باحدى الطرق :

اولاً : (يذكر التراكيز الابتدائية لكل المواد في منطوق السؤال) استخراج قيم Q و Kc ومقارنتها

خلي نتخيل Kc هو الاب لأن من بداية الفصل نحجي بي وهسة اجا ابن اسمة ال Q

☒ اذا كانت $Kc > Q$ فان التفاعل امامي (لان الاب اكبر من الابن والدنيا ماشية صح والفرضية تصبح



A ⇌ B

معطى	معطى	التراكيز الابتدائية
$+X$	$-X$	التغير في التراكيز

إذا كانت $Kc < Q$ فان التفاعل خلفي (لان الاب اصغر من الابن فالدنيا ماشية بالمكلوب للخلف) والفرضية تصبح

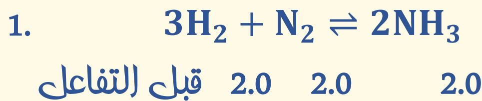


A ⇌ B

معطى	معطى	التراكيز الابتدائية
$-X$	$+X$	التغير في التراكيز

تمرين 2 – 14 / 2015 / د1 للتفاعل الغازي : $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ثابت الاتزان = 9

1. هل ان مزيج مكون من 2 mol من كل من الغازات N_2 ، H_2 ، NH_3 في وعاء مغلق حجمه لتر يمثل حالة توازن.
2. لو افترضنا ان المزيج غير متزن ما حجم الاناء اللازم لجعله متوازنا



1. $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

قبل التفاعل 2.0 2.0 2.0

نجد Q ثم نقارنه بـ K_C

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3\,[N_2]} = \frac{(2)^2}{(2)^3(2)} = \frac{(2)^2}{(2)^4} = \frac{1}{(2)^2} = \frac{1}{4}$$

$\therefore K_C \neq Q$

2. $K_C = Q$ نجعل المزيج متزن يجب ان تكون

$$9 = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3\,[N_2]}$$

$$9 = \frac{\left(\frac{n}{v}\right)^2}{\left(\frac{n}{v}\right)^3\left(\frac{n}{v}\right)} \Rightarrow 9 = \frac{\left(\frac{2}{v}\right)^2}{\left(\frac{2}{v}\right)^4} \Rightarrow 9 = \frac{1}{\left(\frac{2}{v}\right)^2}$$ بالجذر

$$3 = \frac{1}{\frac{2}{v}} \Rightarrow 3 = \frac{v}{2} \Rightarrow v = 2 \times 3 = 6L$$

2 – 30 في وعاء مغلق حجمه لتر واحد يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكون غاز CO_2 و H_2 بدرجة حرارة 700 K. ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الاتزان اذا تم وضع مول واحد من كل من المتفاعلات والنواتج علما إن ثابت الاتزان Kc لهذا التفاعل يساوي 5.29 .

الحل/

$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$

التراكيز الابتدائية	1	1	1	1
التغير في التركيز	-x	-x	+x	+x
عند الاتزان	1-x	1-x	1+ x	1+x

نستخرج Q ونقارنها بـ Kc

$Q = \frac{(1)^2}{(1)^2} = 1$

$Q < Kc$

∴ التفاعل امامي

$K_c = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2}$

$5.29 = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2}$ بالجذر

$2.3 = \frac{1+x}{1-x}$

$2.3(1-x) = (1+x)$

$2.3 - 2.3x = 1 + x$

$2.3 - 1 = 2.3x + x$

$1.3 = 3.3x$

$x = \frac{1.3}{3.3} = 0.39 \simeq$

الان نعوض 0.4 في التراكيز عند الاتزان

$\therefore [CO_2], [H_2] = 1 + x = 1 + 0.4 = 1.4 \ M$

$\therefore [CO], [H_2O] = 1 - x = 1 - 0.4 = 0.6 \ M$

تمرين 2 – 15 / 2015 / خارج قطر/ في إناء حجمه 2 L سخن 1.4 mol من مزيج من الغازات HBr ، H_2 ، Br_2 الى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل حالة الاتزان $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$ فاذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي H_2,Br_2 بدلالة الضغوط الجزيئية kp يساوي 0.25 فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية في الاناء عند الاتزان .

الحل /

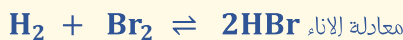
$M = \frac{n}{V_L} = \frac{1.4}{2} = 0.7 \ mol/L \quad (H_2, N_2, HBr)$

$Q = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\ [Br_2]} = \frac{0.7}{0.7} = 1$ (للأناء)

$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Br_2 \rightleftharpoons HBr \quad Kp = 0.25$ (نكتب المعادلة معلومة الثابت)

$\because \Delta n = 0$ (من المعادلة المتوازنة) $\quad \therefore Kc = K_p = 0.25 = \frac{1}{4}$

المعادلة في الاناء هي المعادلة إعلاه مضروبة في 2 ولو فرضنا ان ثابت اتزان معادلة الاناء Kc2


$H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ معادلة الاناء

$Kc_2 = (Kc_1)^2 = (\frac{1}{4})^2 = \frac{1}{16}$

$\therefore Q > K_C$ (التفاعل خلفي)

فكرة السؤال : هو من اسئلة موضوع Q اي يجب معرفة التفاعل امامي او خلفي بمقارنة Q مع Kc (للاناء) لكنهما ليسا ضمن المعطيات نقوم بايجاد Q من التراكيز الابتدائية ، ونجد Kc للاناء المطلوب من Kp للتفاعل الثاني معلوم الـ Kp



	H_2	Br_2	$2HBr$
الابتدائي	0.7	0.7	0.7
التغير	+x	+ x	− 2x
حالة الاتزان	(0.7 + x)	(0.7 + x)	0.7 − 2x

$$K_{C2} = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\,[Br_2]} \Longrightarrow \frac{1}{16} = \frac{(0.7-2X)^2}{(0.7+X)^2} \text{ بالجذر } \Longrightarrow \frac{1}{4} = \frac{(0.7-2X)}{(0.7+X)}$$

$0.7 + x = 4(0.7 - 2x)$

$0.7 + x = 2.8 - 8x \Longrightarrow 9x = 2.1$

$x = \frac{2.1}{9} = 0.233$

$\because [HBr] = 0.7 - 2x = 0.7 - 0.466 = 0.234\ M$

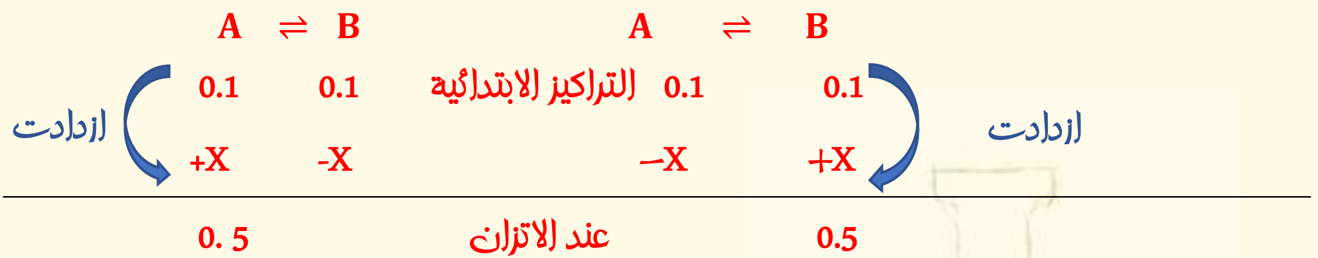
$n = M \times V_L = 0.234 \times 2 = 0.468\ mol$

$\because [H_2] = [Br_2] = 0.7 + x = 0.7 + 0.233 = 0.933\ M$

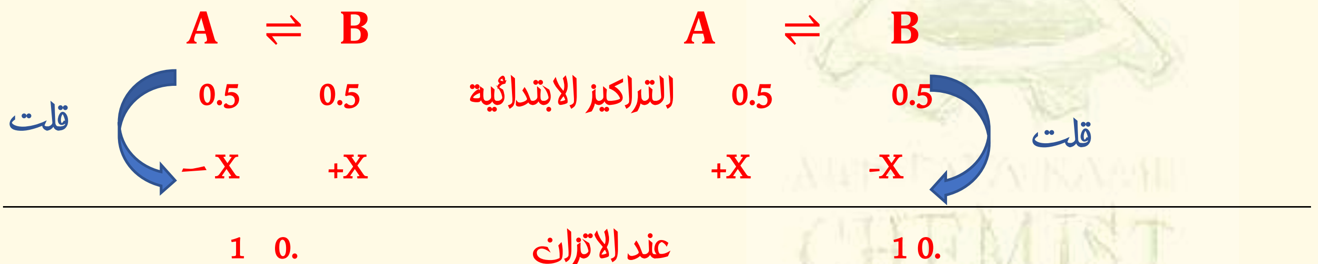
$n = M \times V_L = 0.933 \times 2 = 1.866\ mol$

ثانياً : (لم يذكر في منطوق السؤال التراكيز الابتدائية لجميع المواد) نحاول استخراج التراكيز الابتدائية لمادة معينة ومقارنتها بتراكيز نفس المادة عند الاتزان.

☒ اذا ازداد تركيز مادة اي يكون تركيزها عند الاتزان اكبر من تراكيزها الابتدائية فسيكون اشارة تغير (+x) موجب في جهة هذه المادة وسالبة (− x) في الجهة الاخرى.



☒ اذا قل تركيز مادة اي تكون تركيزها عند الاتزان اقل من تركيزها الابتدائية فستكون اشارة تغير (− x) سالبة في جهة هذه المادة وموجبة (+x) في الجهة الاخرى .



سؤال 2 − 16 في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ و في اناء حجمه لتر وضع 3mol من B مع مولات مختلفة من A و C وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على 6mol من C و A. ما عدد مولات C و A قبل بدء التفاعل علما ان KC =1.5

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

الحل /

ذكرفي السؤال تركيز ابتدائي لمادة واحدة
فقط سنحاول ايجاد تركيزها عند الاتزان



التراكيز الابتدائية	n	3	y
التغير في التركيز			
عند الاتزان	6	E	6

☒ من خلال Kc نستخرج قيمة تركيز [B] عند الاتزان ونقارنها بـ [B] قبل التفاعل (التراكيز الابتدائية) لنعرف اتجاه التفاعل .

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A]^2\,[B]} \Rightarrow 1.5 = \frac{[6]^3}{[6]^2\,[E]} \Rightarrow \therefore\ E = \frac{6}{1.5} = 4mol$$

∵ تركيز [B] ازداد من 3 الى 4 مول

∴التفاعل خلفي وتكون الفرضية كالاتي



	n	3	y
	-3x	+x	+2x
عند الاتزان	6	4	6

1) $3 + x = 4$
$x = 4 - 3$
$x = 1$

2) $n - 3x = 6$
$n - 3 = 6$
$n = 6 + 3 = 9$

3) $y + 2x = 6$
$y + 2 = 6$
$y = 6 - 2 = 4$

∴ قبل التفاعل $[A] = 4M$ قبل التفاعل $[C] = 9M$

سؤال 2 – 17 ثابت الاتزان Kc = 19.9 للتفاعل المتزن: $Cl_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2ClF_{(g)}$ ماذا يحدث لحالة الاتزان اذا كانت تراكيز الخليط $[Cl_2] = 0.2M$ و $[F_2] = 1\ M$ و $[ClF] = 1.2M$

الحل/

$$Q = \frac{[ClF]^2}{[Cl_2][F_2]} = \frac{(1.2)^2}{(0.2)(1)} = 7.2$$

∵ قيمة Kc > Q ∴ التفاعل ينحرف باتجاه النواتج (امامي) . الى ان تتساوى قيمة Q مع Kc

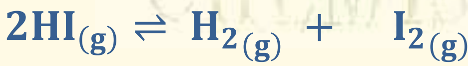
ثالثاً : من درجة الحرارة

1- اذا كان التفاعل باعث للحرارة وذكر في السؤال ازدادت درجة الحرارة فسيكون امامي اما اذا ذكر في السؤال قلت درجة الحرارة فالتفاعل خلفي

2- اذا كـان التفاعـل مـاص للحـرارة وذكـر فـي السـؤال قلـت درجـة الحـرارة فالتفاعـل امـامي اما اذا ذكر في السؤال ازدادت درجة الحرارة فالتفاعل خلفي

2 – 22 (2014 / تمهيدي) للتفاعـل الغـازي الباعـث للحـرارة $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ وفـي أنـاء تفاعـل حجمـه لتـر واحـد وضعـت مـولات متسـاوية مـن I_2 و H_2 وضعـفها مـن HI ، فوجـد ان حـرارة الانـاء ارتفعت لحين أسـتتباب حالـة الاتـزان ووجـد ان الانـاء يحتـوي علـى 1mole مـن HI و 2mole مـن I_2 و 2mole من H_2 أحسب : 1) تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل 2) Kc للتفاعل

الحـل/ ازدادت درجــة الحــرارة لحــين الاتــزان هــذا يعنــي ان الحــرارة المنبعثــة ازدادت و لان التفاعل باعث سيتجه التفاعل بالاتجاه الامامي



$$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

	$2HI$	H_2	I_2
التراكيز الابتدائية	2y	y	y
التغير في التركيز	-2X	+X	+X
عند الاتزان	1	2	2

$Y + X = 2 \quad \Rightarrow X = 2 - Y$

$Kc = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]} = \frac{2 \times 2}{1^2} = 4$

$Kc = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]} = \frac{(y+x)^2}{(2y-2x)^2} \Rightarrow 4 = \frac{(y+x)^2}{(2y-2x)^2}$ بالجذر

$2 = \frac{(y+x)}{(2y-2x)} \Rightarrow 4y - 4x = y + x \Rightarrow 4y - y = 4x + x$

$3y = 5x \qquad X = 2 - Y$ نعوض

$3y = 5(2 - y) \Rightarrow 3y = 10 - 5y \Rightarrow 8y = 10 \Rightarrow y = 1.25$

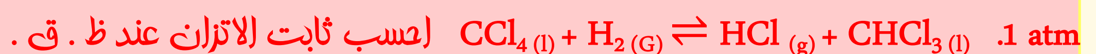
$[H_2] = [I_2] = y = 1.25\ M$

$[HI] = 2Y = 2(1.25) = 2.5\ M$

من السهل الوصول الى قمة النجاح .... لان اغلب الناس كسالى

العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وحاصل التفاعل Q

مثـال 2 – 13 اذا علمـت ان $\Delta G°$ للتفاعـل الاتـي = 104- KJ/mol عنـد درجـة حـرارة 25 °C وضغـط 1 atm.



$CCl_{4\,(l)} + H_{2\,(G)} \rightleftharpoons HCl_{(g)} + CHCl_{3\,(l)}$ احسب ثابت الاتزان عند ظ . ق .

الحل / $T_k = 25 + 273 = 298\ k$

نحول ΔG لوحدة J $\Delta G° = -104 \frac{KJ}{mol} \times \frac{1000\ J}{1\ KJ} = -104000$

$\Delta G° = -RT\ LnK_{eq}$

نضرب x 2.303 لتحويل lin الى log

$-104000 = -8.314 \times 298 \times 2.303\ \log K$

$-104000 = -5706\ \log K$

$\log K = \frac{-104000}{-5706} = 18$

$(\log K = 18) \times \log^{-1}$

$K = 10^{18}$

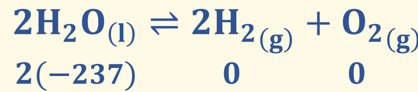


تمرين 2 – 16 احسب ثابت الاتزان k_p للتفاعل التالي عند 25°C و 1atm

$2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ اذا علمت ان الطاقة الحرة القياسية لتكوين للماء

$\Delta G_f = -237\ kJ/mol$ وبين هل يحدث هذا التفاعل تلقائيا عند 25°C

الحل /



$$2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$
$$2(-237) \qquad 0 \qquad 0$$

$\Delta G° = \sum n\Delta G°f_P - \sum n\Delta G°f_R$

$\Delta G° = 0 - (-474) = 474KJ$

التفاعل غير تلقائي لان $\Delta G°$ موجبة

$\Delta G° = -RT\ LnK$

$474000 = -8.314 \times 298 \times 2.303\ \log K$

$474000 = -5706\ \log K$

$\log K = \frac{474000}{-5706} \Longrightarrow (\log K = -83) \times \log^{-1} = 10^{-83}$

2 – 33 وضح الفرق بين ΔG و $\Delta G°$ واكتب العلاقة بينهما. متى تكون قيمة ΔG تساوي $\Delta G°$ أثبت ذلك حسابياً؟

الحل /

$\Delta G°$ = هي مقدار التغير في الطاقة الحرة المقاسة في الظروف القياسية .

ΔG = هي مقدار التغير في الطاقة الحرة القياسية في ظروف غير قياسية .

العلاقة التي تربط بينهما :

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RTlnQ$$

وتكون قيمة $\Delta G = \Delta G^\circ$ عندما تكون قيمة حاصل التفاعل $(Q = 1)$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RTlnQ$$
$$\Delta G = \Delta G^\circ + RTln(1)$$
$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \times (0)$$
$$\Delta G = \Delta G^\circ$$

2 – 34 اذا علمت ان ثابت التأين الذاتي للماء عند درجة حرارة $25°C$ وضغط 1atm تساوي 1×10^{-14}

احسب قيمة ΔG° للتأين . $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$

الحل /

$$T_K = 25 + 273 = 298\ K$$

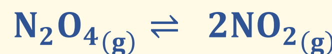
$$\Delta G^\circ = -RTlnK_{eq}$$
$$\Delta G^\circ = -RTlogK_{eq}$$
$$= -2.303 \times 8.314 \times 298\ logK_{eq}$$
$$= -5706 \times log10^{-14}$$
$$= -5706 \times (-14)$$
$$\Delta G^\circ = 79884\ J/mol$$

2 – 12 التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد : $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغوط الجزئية P_{N2O4} 0.377 atm, P_{NO2} 1 .56 atm عند درجة حرارة $100°C$ أحسب :

1 – K_p و Kc للتفاعل

2– ماذا يحدث للضغوط الجزئية للغازات في خليط الاتزان بعد اضافة العامل المساعد.

الحل / 1–



$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

عند الاتزان	0.377	1.56

$$k_p = \frac{(P_{No_2})^2}{(P_{N_2O_4})^2} = \frac{(1.56)^2}{0.377} = \frac{2.4}{0.377} = 6.46$$
$$\Delta n_g = 2 - 1 = 1$$
$$T = 100 + 273 = 373K$$
$$k_c = k_p(RT)^{-\Delta n_g}$$
$$k_c = 6.46 \times (0.082 \times 373)^{-1}$$
$$k_c = 6.46 \times (30.6)^{-1} = \frac{6.46}{30.6} = 0.21$$

2 – باضافة العامل المساعد لا تتاثر الضغوط الجزيئية للغازات حيث يقلل الفترة الزمنية اللازمة لوصول التفاعل لحالة الاتزان فقط .

2 – 13 للتفاعل المتزن : $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ من خلال الجدول التالي. احسب K_p و Kc للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة

	A (mole/ L)	B (mole/ L)	درجة الحرارة سليزية
-1	0.0125	0.843	200
-2	0.171	0.764	300
-3	0.250	0.724	400

الحل/

1. $k_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.843\ )^2}{0.0125} = \frac{0.710649}{0.0125} = \frac{71.1}{1.25} = 56.88 = 57$

T (K) = 200 + 273 = 473 K

$\Delta n_g = 2 - 1 = 1$

$k_P = k_C(RT)^{\Delta n_g} \quad = 57(0.082 \times 473) = 57 \times 39 = 2204$

2. $k_c = \frac{[B]^2}{[A]}$

$k_c = \frac{(0.764)^2}{0.17} = \frac{0.58}{0.17} = 3.4$

T (K) = 300 + 273 = 573 K

$k_P = k_C(RT)^{\Delta n_g} \quad = 3.4(0.082 \times 573)^1 = 3.4 \times 47 = 160$

3. $k_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.724)^2}{0.25} = \frac{0.53}{0.25} = 2.09 = 2$

T (K) = 400 + 273 = 673 K

$k_P = k_C(RT)^{\Delta n_g} \quad = 2(0.082 \times 673)^1 = 2 \times 55 = 110$

نلاحظ :

1. بزيادة درجة الحرارة تقل قيم Kc اي يرجح التفاعل الخلفي (زيادة تركيز المتفاعلات ونقصان تركيز النواتج) .
2. ∵ بالتسخين ينحرف التفاعل نحو الماص

∴ التفاعل الخلفي ماص اي ان التفاعل اعلاه باعث للحرارة . $A \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} 2B$

2 – 20 للتفاعل المتزن : $NiO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$ بدرجة حرارة 727 °C وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO في الفرن يساوي 304 Torr و الضغط الكلي يساوي 1atm ما ثابت الاتزان Kc للتفاعل . (معلومة 1atm = 760 Torr) .

الحل / نحول الضغط من Torr الى atm بالقسمة على 760

$$p_{atm} = 304\ Torr \times \frac{1\ atm}{760\ Torr} = 0.4\ atm$$ ضغط CO

$$p_{كلي} = p_{co} + p_{co_2}$$

$$1 = 0.4 + p_{co_2}$$

$$p_{co_2} = 0.6$$

$$K_p = \frac{p_{co_2}}{p_{co}} = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$$

$$\Delta n = 1 - 1 = 0 \quad , \quad \therefore K_C = K_p = 1.5$$

2 – 28 في إناء مغلق حجمه لتر واحد أجري التفاعل الآتي $H_{2(g)} + I_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2HI_{(s)}$ عند 490°C كان ثابت سرعة التفاعل الأمامي $K_f = 0.6256$ وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.0136 وأن ثابت الاتزان للتفاعل بدرجة 872 K يساوي 59 ، بين كيف يتأثر عدد مولات HI عند الاتزان بما يلي من إجراءات :

أ) اضافة مزيد من H_2 ب) انخفاض درجة الحرارة ج) إزالة بعض من I_2

الحل / أ – عند اضافة H_2 ينحرف التفاعل بالاتجاه الامامي . لاستهلاك $[H_2]$ المضاف فيزداد عدد مولات HI .

ب – $$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.6256}{0.0136} = 46$$

نلاحظ : عند درجة الحرارة 763 كلفن تكون قيمة $K_{eq} = 46$

وعند زيادة درجة الحرارة (تسخين) الى 872 ازدادت قيمة $K_{eq} = 59$ اي انحرف التفاعل نحو الامام (امامي)

و∵ بالتسخين ينحرف التفاعل بالاتجاه الماص

∴ التفاعل يسير بالاتجاه الماص للحرارة (الامامي)

∴ (عند خفض درجة الحرارة بالتبريد ينحرف التفاعل بالاتجاه الباعث (الخلفي) لذا يتفكك فتقل عدد مولات HI

ج – عند سحب كمية من I2

ينحرف التفاعل بالاتجاه الخلفي للتعويض عن النقص في I2 فيقل عدد مولات HI .

2 – 31 للتفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ثابت الاتزان Kc لهذا التفاعل يساوي 6×10^{-3} عند درجة حرارة 298 K ولكنه يساوي 1.5×10^{-2} عند درجة حرارة 35°C هل تفكك رابع اوكسيد ثنائي النتروجين باعث أم ماص للحرارة ؟

الحل / $T = t + 27 = 35 + 273 = 308k$

نلاحظ : عند درجة حرارة 298k تكون قيمة Kc = (0.006) 6×10^{-3} عند درجة حرارة اكثر 308k (بالتسخين) تكون Kc = (0.015) 1.5×10^{-2} اي ازدادت قيمة Kc (ينحرف بالاتجاه الامامي) بالتسخين

∵ بالتسخين ينحرف التفاعل بالاتجاه الماص

∴ التفاعل يسير بالاتجاه الامامي (الماص) والتفاعل الخلفي (باعث) $\overset{\text{ماص}}{\underset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}}$

2 – 32 (2016/ د1) تغير ارقام

للتفاعل المتزن الاتي: $2SO_{3(s)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وجد أن خليط الاتزان بدرجة 25°C يحتوي على: $[SO_3] = 0.002$ mole / L و $[SO_2] = 0.08$ mole / L و $[O_2] = 0.01$ mole / L

و عند تبريد التفاعل الى 10°C وجد ان Kc للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل باعث ام ماص للحرارة

الحل /

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.08)^2(0.01)}{(0.002)^2} = \frac{(0.0064)(0.01)}{(0.000004)} = \frac{(0.000064)}{(0.000004)}$$

$$Kc = \frac{64\times10^{-6}}{4\times10^{-6}} = 16$$

نلاحظ : عندما يكون درجة الحرارة 298K تكون قيمة Kc = 16

وعندما تكون درجة الحرارة 283k (بالتبريد) ستقل قيمة Kc = 4

اي التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي ∵ بالتبريد يتجه التفاعل نحو الباعث

∴ التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي (الباعث) للحرارة) $\overset{\text{ماص}}{\underset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}}$

ويكون التفاعل بالاتجاه الامامي (ماص للحرارة)

اسئلة التطبيقي الجديدة

2 – 3 يتفكك غاز N_2O_4 الى NO_2 في اناء مغلق حجمه لتر واحد وكان ضغط الغاز قبل التفكك 2atm وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان الضغط الكلي لخليط الاتزان = 3atm احسب Kp للتفاعل

الحل /



$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

2 atm	0
-x	+2x
(2 – x)	(2x)

$P_T = P_{N2O4} + P_{NO2}$

$3 = 2 - x + 2x$

$3 = 2 + x$

$3 - 2 = x \implies 1 = x$

$$k_p = \frac{(P_{NO2})^2}{P_{N2O4}} = \frac{(2x)^2}{(2-x)} = \frac{(2)^2}{1} = 4$$

2 – 6 ثابت الاتزان لتفاعل ما عند 25 C يساوي 1×10^{-5} و $\Delta S°r$ للتفاعل نفسه يساوي 0.5 - kJ/K.mol احسب $\Delta H°r$ للتفاعل؟

$$\Delta G°r = -RT\ LnK$$
$$\Delta G°r = -(8.314 \times 298 \times 2.3)\log 10^{-5}$$
$$\Delta G°r = (-5706)(-5) = 28530\ J/K.mol \quad = 28.530\ KJ/K.mol$$
$$\Delta G°r = \Delta H°r - T\,\Delta S°$$

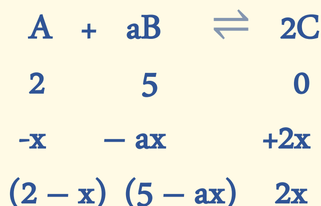
$28.5 = \Delta H°r - (298 \times -0.5)$

$28.5 = \Delta H°r + 149$

$\Delta H°r = 28.5 - 149 = -120.5\ kJ$

2 – 14 للتفاعل الافتراضي $A + aB \rightleftharpoons 2C$ وضع 2mole من A و 5mole من B في اناء حجمه لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد أن ما استهلك من A مول واحد وما تبقى من B 2mole احسب Kc للتفاعل؟(جديد)

الحل /



A	+ aB	⇌ 2C
2	5	0
-x	– ax	+2x
(2 – x)	(5 – ax)	2x

المستهلك = x = 1

المتبقي = 5 – ax = 2

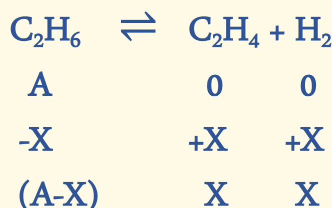
ax = 5 – 2

a = 3

$$Kc = \frac{[C]^2}{[A][B]^a} = \frac{(2x)^2}{(2-x)(2)^a} = \frac{(2)^2}{(1)(2)^3} = \frac{1}{2} = 0.5$$

2 – 20 للتفاعل الاتي الماص للحرارة $C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$ وضعت مولات من C_2H_6 في اناء حجمه لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد أن ربع كمية الغاز قد استهلكت فاذا علمت ثابت الاتزان للتفاعل Kc = ½ جد تراكيز خليط الاتزان (جديد)

الحل /



C_2H_6	⇌ C_2H_4	+ H_2
A	0	0
-X	+X	+X
(A-X)	X	X

المستهلك = ¼ (الاصلي)

X = ¼ (A)

A = 4X

$$Kc = \frac{[C_2H_2][H_2]}{[C_6H_6]} = \frac{X^2}{(A-X)}$$

$$½ = \frac{X^2}{(4X-X)}$$

$$½ = \frac{X^2}{3X}$$

$3x = 2x^2$) ÷ x

$3 = 2x$

$x = 3/2 = 1.5$

$[C_2H_2] = [H_2] = 1.5\ mol/L$

$[C_6H_6] = A - x$

$= 4x - x = 3x = 3(1.5) = 4.5\ mol/L$

2 – 21 للتفاعل الآتي : $2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ سخنت كمية كافية من الكاربون بوجود الاوكسجين الذي كان تحت ضغط 1.4atm في وعاء حجمه لتر وعند درجة حرارة معينة وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO عند الاتزان 0.8atm جد= Kp للتفاعل ؟(جديد)

الحل /



$2C + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2$

	O_2	$2CO_2$
	1.4	0
	-x	+2x
	(1.4 – x)	2x

2x = 0.8

x = 0.4

$$Kp = \frac{(P_{CO})^2}{P_{O2}} = \frac{(2X)^2}{1.4-X} = \frac{(0.8)^2}{1.4-0.4} = \frac{0.64}{1} = 0.64$$

2 – 26 التفاعل الغازي الاتي : عند درجة حرارة معينة $2NO + O2 \rightleftharpoons 2NO2$ وضعت مولات مختلفة من NO و O2 في اناء التفاعل حجمه لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد أن المتكون من NO2 يساوي 0.8mole وتركيز كل من O2 و NO متساويان و Kc =10 ، جد عدد مولات O2 و NO قبل بدء التفاعل ؟ (جديد)

M = n (V = 1 L)

2NO	+ O2	⇌ 2NO2
A	B	0
-2x	-x	+2x
(A-2x)	(B-x)	2x

(A-2x) = (B-x) = y



$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]} = \frac{(2X)^2}{y^2\ y}$$

$$10 = \frac{(0.8)^2}{y^3}$$

المتكون = 0.8

2x = 0.8

x = 0.4

$$y^3 = \frac{0.68}{10}$$

$y^3 = 0.064 \Longrightarrow y^3 = 64 \times 10^{-3}$

$y = 4 \times 10^{-1} = 0.4$

$(A-2x) = y \Longrightarrow A-2x = 0.4 \Longrightarrow A = 0.4 + 2x$

$A = 0.4 + 0.8 = 1.2$ mol

$(B-x) = y \Longrightarrow B-x = 0.4 \Longrightarrow B = 0.4 + x$

$B = 0.4 + 0.4 = 0.8$ mol

الاسئلة الوزارية من عام 2013 الى 2019

(2013/تمهيدي)

عرف : التفاعلات المتجانسة

فراغ : عند خفض الضغط في خليط متزن $\Delta n_g = -1$ فالتفاعل ينزاح نحو .... وثابت الاتزان Kc ....

س : افترض حصول الاتزان للتفاعل الاتي عند درجة حرارة 300 K $NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ ووجد ان قيم الضغوط الجزيئية لكل غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي 0.3atm احسب K_P ، K_C للتفاعل .

(2013/د1)

عرف : التفاعلات غير الانعكاسية

س : (ما تأثير تقليص الحجم , زيادة درجة الحرارة) على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن لتفاعل غازي باعث للحرارة وان $\Delta n = -1$ فيه وذلك حسب قاعدة لو شاتليه

(2014/د2 ، تغير ارقام ، (0.9 / 0.54)

عند تسخين غاز NOCl النقي الى درجة 240°C في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة :

$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1atm والضغط الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.64 atm أحسب :

-1 الضغوط الجزئية لكل من غازي Cl و N O عند الاتزان .

-2 ثابت الاتزان Kc للتفاعل عند نفس درجة الحرارة.

(2013 / د 2)

عرف : قانون فعل الكتلة

فراغ : زيادة درجة الحرارة على تفاعل باعث للحرارة تؤدي الى ترجيح التفاعل ....

س : وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه واحد لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم 0.2mol حسب التفاعل الاتي: $2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$ فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لأناء اخر حجمه 1.0L الناتج من خليط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2.0mol لكل منهما

(2013 / د 3)

عرف : الاتزان الكيميائي

علل / زيادة الضغط على خليط متوازن $\Delta n = +1$ فأن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات ؟

س : التفاعل الغازي الباعث للحرارة $2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$

وفي أناء تفاعل حجمه لتر واحد وضعت مولات متساوية من Br2 و H2 وضعفها منHBr ، فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين أستتباب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي على 1mole من HBr و 2mole من I2 و 2mole من H2 أحسب :

-1 تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل .

-2 Kc للتفاعل

(2014 / تمهيدي)

فراغ : عند تقليل الضغط في خليط متزن $\Delta n_g = -1$ فالتفاعل ينزاح نحو .... وقيمة ثابت الاتزان Kc ....

س / في التفاعل المتزن الغازي : $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$

وجد انه ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 الجزئي وعند وصول التفاعل الى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي 1atm فاذا علمت ان Kp للتفاعل يساوي 1/6 فما ضغطا غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل .

(2014 / د 1)

فراغ : تفاعل ما متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي Kf يساوس 0.0848 وثابت سرعة التفاعل الخلفي Kb يساوي 0.02 فان ثابت الاتزان له Keq يساوي ....

س / للتفاعل المتزن التالي : $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$ $\Delta H = 428\ KJ/mol$

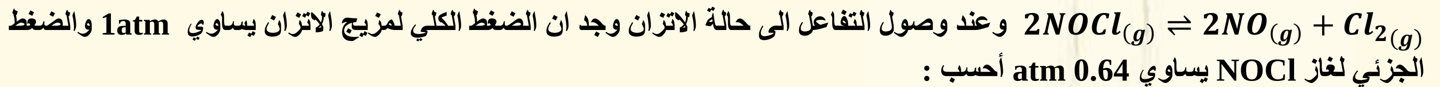
ما تأثير العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

1- زيادة الضغط على التفاعل بانقاص حجم الاناء   2 - خفض درجة الحرارة .

س / اذا كانت درجة تفكك مول واحد N_2O_4 الى NO_2 هي 20% عند درجة حرارة 27°C وضغط 1atm وفي اناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة Kp للتفاعل.

(2014 / د 2)


عرف : التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة


س / ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل الغازي المتزن الاتي :

$N2O4_{(g)} \rightleftharpoons 2NO2_{(g)}$ $\Delta H = 12$

1 . تسخين خليط الاتزان في اناء مغلق

2 . زيادة الضغط على خليط متزن بدرجة حرارة ثابتة

س / عند تسخين غاز NOCl النقي الى درجة 240°C في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة :

$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1atm والضغط الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.64 atm أحسب :

1 . الضغوط الجزئية لكل من غازي Cl2 و NO عند الاتزان .

2 . ثابت الاتزان Kc للتفاعل عند نفس درجة الحرارة.

(2014 / د 3)

علل : تنخفض درجة حرارة تفاعل باعث للحرارة عندما Q = 1 و Kc = 0.3 ؟

س / التفاعل الغازي المتزن الاتي: $92.5\ kJ + PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

ماتأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان :

1- خفض درجة الحرارة

2- إضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الاتزان.

3- سحب PCl_3 من خليط الاتزان .

4- زيادة الضغط على خليط الاتزان .

5- اضافة عامل مساعد.

س /للتفاعل : $2CO_2 \rightleftharpoons 2CO + O_2$ وضع في اناء حجمه2 لتر 1.6 mol . من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند الوصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت احسب K_c

(2015 / تمهيدي)

عرّف : قاعدة لو شاتليه

س : بين متى مع ذكر السبب $\Delta G^0 = \Delta G$

فراغ : عندما Δng = ... لا يكّون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير ً فيً حالة الاتزان.

س : للتفاعل المتزن $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$ وفي إناء حجمه لتر تم خلط مولات متساو يةً من CO2 و H2وبدرجة حرارة 2000K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد أن عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي 3 mol ما تراكيزُ خليط الاتزان علما بان ثابت الاتزان Kc = 4

(2015 د 1)

فراغ : تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامام له (0.036) وثابت سرعة التفاعل الخلف له(0.009) فأن ثابت الاتزان له----------------

علل : في التفاعل الغازي المتزن طاقة +$A \rightleftharpoons B$ لا تتغير حرارة التفاعل عند زيادة الضغط الكلي

س : للتفاعل الغازي $3H_2(g) + N_2 \rightleftharpoons (g)\ 2NH_3\ (g)$: ثابت الاتزان Kc له يسّاوي 9.0

(1) هل أن مزيج مكون من 2.0 mole من كل من الغازات N2 و H2 و NH3 في وعاء مغلق حجمه 1.0 L يمّثل حالة اتزان ولماذا؟

(2) لو افترضنا أن المزيج غير متزن ، ما حجم الإناء اللازم لجعله متزنا ؟

(2015 نازحين)

عّرف : التفاعلت اللانعكاسية غير المتجانسة

علل : ز يادّة الضغط على خليطٌ متوازن $\Delta n_{(g)} = +1$ فإن الاتزان ينّزاح باتجاه المتفاعلات؟

س : تفاعل ما متزن ثابت سرعة التفاعل الخلفي kb تسّاوي 0.02 وثابت سرعة التفاعل الامامي kf تسّاوي 0.084 ، أحسب ثابت الاتزان له Keq

س : في إناء حجمه 2 L سخن 1.4 mole من مزيج من الغازات HBr و H2 و Br2 الى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل حالة الاتزان : $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$. فاذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي H2 و Br2 بدلالة الضغوط الجزيئية Kp تسّاوي 0.25 فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية في الإناء بعد الاتزان؟

(2015 د 2)

علل :التفاعلات الانعكاسية ذات ثابت اتزان كبير

س : افترض حدوث الاتزان للتفاعل الاتي : $H_4HS(S) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$ عند درجة حرارة 25 C° ووجد ان قيم الضغوط الجزيئية لكل من غازي النواتج عند حدوث الاتزان تساوي 0.4 ، احسب Kc , Kp للتفاعل

(2015 د 3)

عّرف : قانون فعل الكتلة

فراغ : تتوقف العلاقة بين Kc و Kp على قيمة ....

س : للتفاعل المتزن الاتي : $\Delta Hr\ 2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O(g)$ للتفاعل تساوي 181KJ- عند درجة حرارة 298 K وKp للتفاعل تساوي 3.2×10^{29} بين هل ان قيمة Kp عند 500 K اكبر ام اقل من قيمّتها عند 298 K للتفاعل نفسه ولماذا ؟

س : للتفاعل الغازي الباعث للحرارة $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$: وفي إناء تفاعل حجمه لتر وضعت مولات متساوية من I2 و H2وضعفها من HI ، فوجد أن حرارة الإناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد أن الإناء يحّتوي على 3 mol من HI و 4 mol من H2 و 4 mol من I2 ، احسب:

1 . تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل   2 . Kc للتفاعل

(2016 تمهيدي)
علل : ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما Kp= 0.3 ، Q= 1 ؟
فراغ : تتوقف العلاقة بينٌ Kc و Kp على قيمة ....
س : في احد التجارب العلمية ادخل 0.625 mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5 L فتفكك الغازحسب التفاعل الاتي وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي = 0.025 mol /L احسب kc لهذا التفاعل . N2O4 (g) ⇌ 2NO2(g)

(2016 د 1)
فراغ : تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له Keq 3.2 = وثابت سرعة التفاعل الأمامي kf يسّاوي 0.064 فان ثابت سرعة التفاعل الخلفي kbتسّاوي............
س : تقليص الحجم على خليط متوازن $\Delta n_{(g)}$ = - 1 فإن الاتزان تُزاح نحو النواتج ؟
س : للتفاعل المتزن الآتي 2SO2(g) ⇌ 2SO3(g) + O2(g) : وجد أن خليط الاتزان بدرجة حرارة 27 C° يحّتوي على : [SO3] = 0.003 mol/L، [SO2] = 0.06 mol/L و [O2] = 0.02 mol/L وعند تبريد التفاعل الى 12 C وجد أن Kc للتفاعل تسّاوي 2 ، بين هل التفاعل باعث أم ماص للحرارة؟

(2016 د 2)
عّرف : قانون فعل الكتلة
فراغ : تُرجح التفاعل .... لتفاعل ماص للحرارة عند تبريدّ التفاعل ....
س : ما الاجراءات التي تؤدي الى رفع المنتوج للتفاعل المتزن الباعث للحرارة N2 + 3H2 ⇌ 2NH3
عند تسخينٌ غاز NOCl النقي الى درجة 240 C في إناء مغلق حجمه لتر فإنه يتّحلل حسب المعادلة 2NOCl(g) ⇌ 2NO(g) + Cl2(g) وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد أن الضغط الكل لمزيج الاتزان يسّاوي 1 atm والضغط الجزئي لغاز NOCl يسّاوي 0.54 ، احسب:
1 . الضغوط الجزيئية لكل من غازي Cl2 و NO عند الاتزان   2. Kc للتفاعل عند نفس درجة الحرارة.

(2016 د 3)
فراغ : في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكّي تزداد تراكيزّ المواد الناتجة عند .... درجة الحرارة
علل : انخفاض الضغط على خليطٌ متوازن $\Delta n_{(g)}$ = - 1 فإن الاتزان يٌزاح نحو المتفاعلات ؟
س : وضع 2 مول من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 2 لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم 0.4 mol حسب التفاعل الاتي: 2HBr ⇌ H2 + Br2
فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لأناء اخر حجمه 2 لتر الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2.0mol لكل منهما

(2017 تمهيدي)
عّرف : التفاعلت الانعكاسية المتجانسة
فراغ : عند تقليلّ الضغط على خليطٌ متزن Δ ng = +1 فالتفاعل يٌزاح نحو.......... و ثابت الاتزان KC ....
س : في تفاعل غازي الهايدروجين والنايتروجين لتحضير غاز الامونيا : $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
وضعت مولات مختلفة من H_2 ،N_2في اناء سعة لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي 0.3 mol وما تبقى من N_2 يساوي 0.2mol ما عدد مولات كل من N_2-H_2 قبل التفاعل علما بان ثابت اتزان 200 = K_C .

(2017 / د1)
سؤال 2-3 النقطة 2
سؤال 2-18 تغير ارقام
(2017 / د1/احيائي)
سؤال 2-3 النقطة 2
سؤال 2-18 تغير ارقام
للتفاعل المتزن : $A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ وجد أنه عند وضع مول من A_2 في اناء التفاعل حجمه لتر واحد عند (STP) يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد انه يتحلل 20 % من A_2 . ماقيمة Kc للتفاعل ؟ وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع 0.008 M من A_2 وعند ظروف التفاعل نفسها ؟
(2017 / د1/تطبيقي)




س / كيف يمكنك زيادة انتاج غاز الامونيا في التفاعل الغازي الاتي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$ من خلال تغير التراكيز والضغط

فراغ / تفاعل ما متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي له 0.081 وثابت سرعة التفاعل الخلفي 0.009 فأن ثابت الاتزان له ....

سؤال 2-24 / التفاعل الغازي الاتي : عند درجة حرارة معينة $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ وضعت مولات مختلفة من SO_2 و O_2 في اناء التفاعل حجمه لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد أن المتكون من SO_3 يساوي 0.8mole وتركيز كل من SO_2 و O_2متساويان و Kc =10 ، جد عدد مولات O_2 و SO_2 قبل بدء التفاعل؟

(2017 / د2/أحيائي)

علل / تنخفض قيمة Kc في التفاعلات الباعثة للحرارة عند رفع درجة حرارة التفاعل.

سؤال 2-24 / وضع 4 g من غاز HF في وعاء مغلق حجمه 2 L عند درجة حرارة 27°C وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ فاذا كان kp للتفاعل يساوي 1.21 إحسب الضغط الجزئي لغاز HFعند الاتزان علماً بان الكتلة المولية للغاز تساوي 20g/mole

عرف / قاعدة لوشاتلية

س / ما علاقة ثابت الاتزان بحاصل التفاعل

(2017 / د2/تطبيقي)

سؤال 2-13 /تغير ارقام / للتفاعل المتزن : $N2O4_{(g)} \rightleftharpoons 2NO2_{(g)}$ من خلال الجدول التالي. احسب Kc للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة

N2O4 / (mole/ L)	NO2 / (mole/ L)	درجة الحرارة
0.02	0.8	27
0.2	0.6	271

علل / تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة

عرف / التفاعلات الانعكاسية الغير متجانسة

(2017 / د3/احيائي)

سؤال / 2 – 24 / للتفاعل المتزن : $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$ وفي اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2و H_2 وبدرجة حرارة 2000 K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي 3mole ما تراكيز خليط الاتزان علما بان ثابت الاتزان Kc يساوي 4؟

علل / زيادة حجم أناء التفاعل لتفاعل غازي فيه (- = Δng) يؤدي الى خفض المنتوج.

مثال 2 – 8 / في تفاعل ما $\Delta n_g = -1$ و Kc = 4.1 عند درجة حرارة 227°C ما قيمة Kp ؟

(2017 / د3/تطبيقي)

سؤال / 2 – 8 / بتصرف / التفاعل الغازي المتزن الاتي: $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي 92.5 kJ/mole ماتأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان :

-1 خفض درجة الحرارة

-2 زيادة الضغط على خليط الاتزان

-3 سحب من PCl_3 خليط الاتزان .

عرف / التفاعلات الغير انعكاسية

سؤال 2 – 24 (2015 /تمهيدي) في التفاعل الغازي الاتي : $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2 ، N_2 في اناء سعة لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي 0.3 mol وما تبقى من N_2 يساوي 0.2mol ما عدد مولات كل من N_2 و H_2 قبل التفاعل علما بان ثابت اتزان Kc = 200

(2018 / د1/احيائي)

فراغ / في التفاعلات الماصة للحرارة والتي تكون في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند ....درجة الحرارة

سؤال 2 – 22 (2014 / تمهيدي) للتفاعل الغازي الباعث للحرارة $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ وفي أناء تفاعل حجمه لتر واحد وضعت مولات متساوية من I_2 و H_2 وضعفها منHI ، فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين أستتباب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي على 1mole من HI و 2mole من I_2 و 2mole من H_2 أحسب :

1) تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل . 2)Kc للتفاعل

س / التفاعل المتزن الغازي الاتي : $N_2 + O_2 + 180KJ \rightleftharpoons 2NO$ صف عدد الاجرائات التي تؤدي الى زيادة المنتوج

(2018 / د1/تطبيقي)

س / التفاعل المتزن الغازي الاتي : $2NO \rightleftharpoons N_2 + O_2 + 180KJ$ لا يؤثر التغير بالضغط على قيمة Kc للتفاعل

سؤال / 2 – 18 / وضع 4 g من غاز HF في وعاء مغلق حجمه 2 L وعند درجة حرارة 27°C وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ فاذا كان kp للتفاعل يساوي 1.21 إحسب الضغط الجزئي لغاز HFعند الاتزان علماً بان الكتلة المولية للغاز تساوي 20g/mole $(\sqrt{1.21} = 1.1)$

س / للتفاعل المتزن التالي : $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)} \quad \Delta H = 284\ KJ/mol$ صف عدد من الاجرائات التي يؤدي الى زيادة كمية O_3 الناتجة من التفاعل

(2018 / د2/احيائي)

س / في التفاعل الغازي : $N_2F_4 \rightleftharpoons 2NF_2 \quad \Delta H = 38.5\ KJ/mol$ فان تسخين خليط الاتزان يرجح التفاعل .... وخفض الضغط على الخليط يرجح التفاعل .... وسحب NF_2 من خليط الاتزان يرجح التفاعل ....

س / تتوقف العلاقة بي Kc و Kp على Δn بين ذلك مع كتابة العلاقة التي تربط بين Kc و Kp

سؤال / 2 – 30 / تغير رقم / في وعاء مغلق حجمه لتر واحد يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكون غاز CO_2وH_2 بدرجة حرارة $700\ K$. ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الاتزان اذا تم وضع مول واحد من كل من المتفاعلات والنواتج علما إن ثابت الاتزان Kc لهذا التفاعل يساوي 4.84

(2018 / د2/تطبيقي)

عرف / التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة

فراغ / عند زيادة الضغط الكلي على حالة اتزان تفاعل فيه $(\Delta n_g = +)$ فأن موضع الاتزان ينحرف باتجاه ....

علل / يعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا انخفضت قيمة Kc للتفاعل عند زيادة درجة الحرارة للتفاعل .

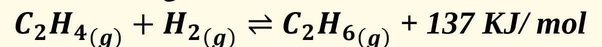
سؤال / 2 – 11 (2013/د1 ، 2014/د2 ، تغير ارقام ، (0.9 / 0.54) / عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى درجة حرارة معينة في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة : $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي *1.3 atm* والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي *0.4 atm* أحسب

1- الضغط الجزيئي لغاز $NOCl$ قبل التحلل

2- ثابت الاتزان Kp للتفاعل عند نفس درجة الحرارة.

(2018 / د3/احيائي)

سؤال / ما تأثير كل من لعوامل التالية على كل من حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل الاتي:


$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + 137\ KJ/mol$$

1) تسخين خليط الاتزان في وعاء مغلق . 2) سحب كمية من النواتج 3) زيادة الضغط على الخليط المتزن بدرجة حرارة ثابتة .

تمرين 2 - 12 / وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه واحد لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم $0.2\ mol$ حسب التفاعل الاتي : $2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$ فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لأناء اخر حجمه (1 لتر) الناتج من خليط غازي البروم والهيدروجين بكميات $2.0\ mol$ لكل منهما

فراغ / اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل اصغر من ثابت الاتزان Kc للتفاعل فأن التفاعل يتجه نحو ....

(2018 / د3/تطبيقي)

علل / تتوقف بعض التفاعلات بينما تظهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة

سؤال / 2 – 13 / للتفاعل المتزن : $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ من خلال الجدول التالي. احسب Kc للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة

A / (mole/ L)	B / (mole/ L)	درجة الحرارة
0.02	0.8	27
0.1	0.6	127

اسماء البعض من طلبتي المتفوقين

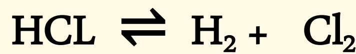
شهد ماجد خضر 100	زينب فلاح ماهود 100	اثمار عبد الحسين 99	جوليانا داود يافو 95	زهراء اسامة 93
حياة عبدالله حمادي 100	ايلاف عباس احمد 100	سجى جبار موسى 98	سارة ليث عبد حسين 95	فاطمة نعيم مدلول 92
ضحى صلاح سالم 100	فاطمة عماد سلمان 99	نور الهدى حسين الماس 98	سجاد احمد حامد 94	ولاء حسين علي 92
احمد سلام كاظم 100	ام البنين رسول 99	براء حسين كاظم 97	حسين مقداد شاكر 93	نور الهدى احمد شعلان 91

الاسئلة الوزارية ماقبل عام 2013

س : وضع 2moL من غاز HCL في وعاء حجمه لتر وبدرجة حرارة معينة وحل التفاعل حالة الاتزان $2HCL(g) \rightleftharpoons H_2(g)+Cl_2(g)$ وجدان المتبقي من HCL يساوي1moL احسب عدد مولات الخليط الاتزان في وعاء اخر حجمه لتر ناتج من مزج 2moL من كل من H_2 , Cl_2 , HCL

الحل :

الاناء الاول



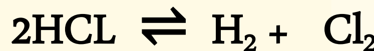
$$M = \frac{n}{v} = \frac{2}{1} = 2M$$

HCL	H_2	Cl_2
2	0	0
$-2X$	$+X$	$+X$
$2-2X$	X	X
1	0.5	0.5

المتبقي من HCL هو $2-2X=1 \Rightarrow 2X=1 \Rightarrow X=0.5\ M$

$$Kc = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]} = \frac{(0.5)^2}{1} = 0.25$$

الاناء الثاني . نستخدم نفس قيمة Kc في الاناء الاول



2HCL	H_2	Cl_2
2	2	2
$+2X$	$-X$	$-X$
$2+2X$	$2-X$	$2-X$

لمعرفة اتجاه التفاعل بنسب Q

$$Q = \frac{[H_2][Cl_2]}{[HCl]^2} = \frac{(2)^2}{(2)^2} = 1$$

$$Kc = \frac{[H_2][Cl_2]}{[HCl\ \ ]^2}$$

$$0.25 = \frac{(2-X)^2}{(2+2X)^2} \text{ بالجذر } \Rightarrow 0.5 = \frac{2-X}{2+2X} \Rightarrow 1 + X = 2 - X$$

$$2\times = 1 \Rightarrow X = 0.5M \Rightarrow [H_2] = [Cl_2] = 2 - 0.5 = 1.5M$$

$$[HCL] = 2 + 2X0.5 = 3\ M$$

س : في التفاعل الغازي $2A+B \rightleftharpoons 3C$ في اناء حجمه لتر وضع 3moL من B وكميات غير متساوية من A , C وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الاناء يحتوي على 2moL من كل من A , B احسب عدد مولات A , C قبل بدء التفاعل علماً ان Kc = 27

الحل :

نلاحظ من معطيات السؤال ان تركيز B قل من 3moL الى 2moL

∴ التفاعل باتجاه النواتج امامي



2A	+ B	⇌ 3C
y	3	Z
$-2X$	$-X$	$+3X$
$(y-2X)$	$(3-X)$	$(Z-3X)$
2	2	$2-3$

تركيز Bعند الاتزان هو $3 - X = 2$

$X = 1$

نجد قيمة y

$y - 2 = 2 \longrightarrow y = 4\ M = [A]$

نجد قيمة Z من علاقة Kc

$$Kc = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \Rightarrow 27 = \frac{(3-Z)^3}{(2)^2(2)} \Rightarrow 27 = \frac{(3-Z)^3}{8} \text{ بالجذر التكعيبي}$$

$$3 = \frac{3-Z}{2} \Rightarrow 6 = 3 - Z \ \Rightarrow Z = 3M = [C]$$

س : الضغط الجزئي لغاز Cl2 يساوي 0.46 atm ولغاز CO يساوي 0.45 atm والضغط الكلي لمزيج الغازات عند الاتزان في درجة الحرارة معينة 0.58 atm احسب KP للتفاعل $CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$

س : تم خلط كمية من B ضعف كمية من A في اناء حجمه لتر $A + B \rightleftharpoons C$ وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان المتبقي من A= (2moL) و $Kc = (\frac{1}{6})$ احسب التراكيز الاصلية لكل من B,A

الحل :

V=1L M=N

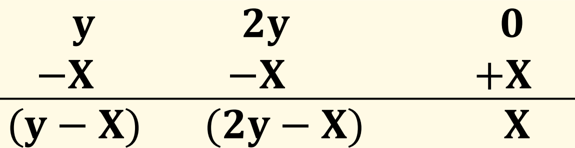


$$A + B \rightleftharpoons C$$

المتبقي من A هو $(y - X)$

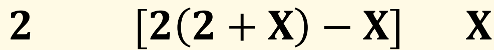
$y - x = 2$

$y = 2 + x$



A	B	C
y	$2y$	0
$-X$	$-X$	$+X$
$(y - X)$	$(2y - X)$	X

نعوض بدلاً من y بـ (2+X)



$$2 \qquad [2(2+X) - X] \qquad X$$

4+2X - X

4 + X

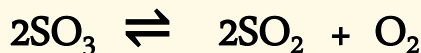
نجد قيمة X من علاقة Kc

$$Kc = \frac{[C]}{[B]\ \ [A]} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{X}{(2)(4+X)} \Rightarrow 8 + 2\times = 6\times$$

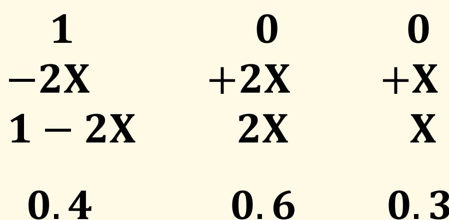
$$\Rightarrow 6X = 8 + 2\chi \qquad 4X = X8 \qquad X = 2M$$

س : وضع 4moL من SO_3 في وعاء حجمه (4L) في درجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان الوعاء يحتوي (2.4moL) من SO_2 احسب (Kc) للتفاعل $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$

الحل / التركيز الابتدائي $M\ [SO_3]$ $M = \frac{n}{v} = \frac{4}{4} = 1$



$$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$$



$2SO_3$	$2SO_2$	O_2
1	0	0
$-2X$	$+2X$	$+X$
$1 - 2X$	$2X$	X
0.4	0.6	0.3

$2X = 0.6 \longrightarrow X = 0.3\ M$

$[SO_2]$ عند الاتزان $M = \frac{n}{v} = \frac{2.4}{4} = 0.6\ M$

$Kc = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.3)(0.6)}{(0.4)} = 0.45 = 0.6\ M$

س : في التفاعل الغازي الاتي $A + B \rightleftharpoons 2C$ تم خلط (2moL) من كل من B,A بدرجة حرارة معينة في وعاء حجمه لتر . احسب عدد مولات المواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان علماً ان Kc للتفاعل $C \rightleftharpoons \frac{1}{2}A + \frac{1}{2}B$ يساوي $\left(\frac{1}{3}\right)$

الحل :

$C \rightleftharpoons \frac{1}{2}A + \frac{1}{2}B \qquad Kc = \frac{1}{3}$

نلاحظ ان التفاعل المطلوب هو مقلوب هذا التفاعل ومضروب ×2

$A + B \rightleftharpoons 2C \qquad Kc = \frac{1}{(\frac{1}{3})^2} = 9$

$Kc = \frac{[C]^2}{[A][B]} \Longrightarrow 9 = \frac{(2X)^2}{(2-X)^2}$ بالجذر

$3 = \frac{2X}{2-X} \Longrightarrow 6 - 3X = 2X$

$6 = 5X \Longrightarrow X = 1.2$

V = 1L , M = n

A	+ B	⇌ 2C
2	2	0
-x	-x	+2x
(2-x)	(2-x)	2x
2-1.2	2-1.2	2(1.2)
0.8	0.8	2.4

الفصل الثالث

التعاريف

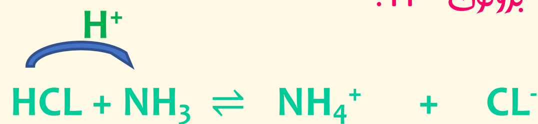
المواد الالكتروليتية	المواد الغير الكتروليتية
هي المواد التي عند اذابتها في الماء تتفكك الى ايونات موجبة وسالبة ويكون لمحلولها المائي او لمنصهراتها القابلية على توصيل التيار الكهربائي وتشمل جميع المركبات الايونية المستقطبة وتشمل الحوامض والقواعد والاملاح.	هي المواد التي عند اذابتها في الماء لا تتفكك الى ايونات موجبة وسالبة وبذلك تكون محاليلها المائية رديئة التوصيل للتيار الكهربائي .مثل السكروز والكحول.

الالكتروليتات القوية : وهي المواد التي عند اذابتها في الماء تتفكك بشكل تام الى الايونات السالبة والموجبة ويعبر عنها بمعادلة غير انعكاسية وتشمل الحوامض القوية والقواعد القوية .

الالكتروليتات الضعيفة : وهي المواد التي عند اذابتها في الماء تتفكك بشكل جزئي محدود الى الايونات السالبة والموجبة التي تصل الى حالة الاتزان مع الجزيئات غير المتفككة ويعبر عنها بمعادلة انعكاسية ($\rightleftharpoons$) وتشمل الحوامض الضعيفة ، القواعد الضعيفة ، الاملاح شحيحة الذوب.

حامض برونشتد : المادة التي لها القابلية على فقدان بروتون H^+ .

قاعدة برونشتد : المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون H^+ .



$$HCL + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + CL^-$$

ح قوي   ق ضعيفة   ح قرين قوي   ق قرينة ضعيفة

حامض احادي البروتون هوالحامض الذي ينتج كل جزيء منه بروتون واحد فقط عند تفككه فى الماء و يمكن ان يكون هذا الحامض قويا او ضعيفاً. ان هذا يعني ان كل جزيء منه يحوي ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين .

حامضي متعدد البروتون هو الحامض الذي يمكن لكل جزيء منه ان ينتج بروتون او اكثر وعلى مراحل متعددة و غالبا مايكون البروتون الذي ينتج في الخطوة الأخيرة ضعيف (أضعف من البروتونات الناتجة من خطوات التفكك السابقة)

التأين الذاتي الماء هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزيء ماء الى جزيء آخر ويكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكون اعداد متساوية من ايونات الهيدرونيوم H_3O^+ و ايوانات الهيدروكسيد OH^-

الاس الهيدروجيني pH هي طريقة ملائمة لقياس أو للتعبير عن تركيز أيون الهيدروجين خصوصا لتراكيز ايون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها اصغر او تساوي M1 بدلالة سالب لوغاريتم التركيز المولاري لايون الهيدروجين في المحلول ، ويرمز للناتج العددي لهذه القيم بالرمز PH.

Hydrolysis التحلل المائي هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات الماء وذلك عندما يكون الماء هو المذيب .

تاثير الايون المشترك هي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايوانات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول.

درجة التفكك أو درجة التاين النسبة بين كمية الصنف المذاب المتفككة عند حالة الاتزان الى كمية الصنف المذاب الكلية.

Buffer Solution محلول بفر محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع أحد املاحه أو قاعدةضعيفة مع أحد املاحها ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي أو قاعدة قوية اليه.

الحاصل الايوني : Q_{sp} : هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للايونات الناتجة من تفكك الملح الشحيح الذوبان وكل ايون مرفوع لاس يمثل عدد مولاته في المركب . الفائدة من Q_{sp} : لمعرفة اذا كان المحلول قد بدأ بعملية الترسيب ام لا

الشرحيات

الصفات المميزة للالكتروليتات :

وزاري 2014 تمهيدي / ما الصفة المميزة للالكتروليتات؟
وزاري 2013 خارج القطر / علام تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي ؟

1- قابليتها على توصيل التيار الكهربائي .

2- محاليلها المائية متعادلة الشحنة الكهربائية.

3- عند ذوبانها في المذيبات تتفكك الى ايونات موجبة وسالبة.

4- قابليتها للتوصيل الكهربائي تعتمد على :

أ- طبيعة الايونات المكونة للمحلول . ب – تركيز الايونات فيه. ج – درجة حرارة المحلول.

لا تتم الاعمال العظيمة بالقوة ... ولكن بالصبر

علل / تزداد درجة تفكيك الالكتروليت الضعيف بالتخفيف (اي باضافة الماء اليه)

ج/ حسب قاعدة لي-شاتليه تؤدي عملية التخفيف الى ازاحة الاتزان بالاتجاه الامامي . حيث يزداد درجة التفكك الالكتروليت الضعيف فتزداد كمية الايونات الناتجة (الجزء المتفكك) وتقل كمية الجزء غير المتفكك في وحدة الحجم بالتالي يرجع المحلول الى حالة الاتزان مرة اخرى .

علل/ ثابت تفكك الحامض الضعيف متعدد البرتون يقل باستمرار تأين الهيدروجين في خطوات التأين المتعاقبة ؟

ج/ لانه تقل قابلية الجذور السالبة على فقدان البروتون H^+ بسبب ازدياد التجاذب الكهربائي بين الايونات ذات الشحنات المختلفة .

س/ واجب / اكتب خطوات تحلل حامض H_2SO_3 واي الخطوات لها اكبر ثابت تفكك ولماذا ؟

علل / تزداد درجة تفكيك الالكتروليت الضعيف بالتخفيف (اي باضافة الماء اليه)

ج/ حسب قاعدة لي-شاتليه تؤدي عملية التخفيف الى ازاحة الاتزان بالاتجاه الامامي . حيث يزداد درجة التفكك الالكتروليت الضعيف فتزداد كمية الايونات الناتجة (الجزء المتفكك) وتقل كمية الجزء غير المتفكك في وحدة الحجم بالتالي يرجع المحلول الى حالة الاتزان مرة اخرى .

التحلل المائي للاملاح : هو تفاعل متوازن بين ايونات الملح والماء لتكوين محلول حامضي وقاعدي

علل/ وزاري / تكون الاملاح المشتقة من حوامض قوية وقواعد قوية ذو تأثير متعادل

او / المحلول المائي لنترات البوتاسيوم ذو تاثير متعادل. ($pH = 7$)

او / لا تتغير PH الماء المقطر عند اذابة نترات البوتاسيوم فيه.

ج/ لان KNO_3 ملح مشتق من قاعدة قوية وحامض قوي لذلك يكون متعادل لان الايونات السالبة والموجبة الناتجة ليس لها القابلية على التفاعل مع جزيئات الماء $KNO_3 \longrightarrow K^+ + NO_3^-$

علل/وزاري/ محاليل الاملاح المشتقة من القواعد القوية والحوامض الضعيفة تعد محاليل قاعدية

علل/ المحلول المائي لخلات الصوديوم ذو تاثير قاعدي ($PH > 7$) ؟

طريقة حل تعاليل الاملاح

1- كتابة معادلة تحلل الملح
2- كتابة معادلة تفاعل القرين القوي من تحلل الملح مع الماء
3- اشرح التفاعلين

الحل /



$$CH_3COO\,Na \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

قاعدة قرينة قوية



$$CH_3COO^- + H^+\,OH^- \rightleftharpoons CH_3COOH + HO^-$$

لان الملح مشتق من قاعدة قوية NaoH وحامض ضعيف CH_3COOH حيث ان ايونات CH_3COO^- هي قاعدة قرينة قوية للحامض الضعيف وانها تتفاعل مع ايونات H^+ من الماء وتكوين الحامض الضعيف CH_3COOH فتقل كمية H^+ في المحلول ما يجعل جزيئات H2O تتأين لتعويض النقص ما يؤدي الى تكون زيادة في كمية OH^- ويصبح المحلول قاعديا

علل/وزاري/ محاليل الاملاح المشتقة من الحوامض القوية و القواعد الضعيفة تعد محاليل حامضية

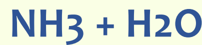
علل / المحلول المائي لكلوريد الامونيوم NH_4Cl ذو تاثير حامضي. (PH<7)




$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

$$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$$

$$\uparrow\downarrow$$



$$NH_3 + H_2O$$

الحل / عند ذوبان NH_4Cl ملح حامضي ناتج من قاعدة ضعيفة NH_3 وحامض قوي HCl . فان ايون NH_4^+ هو حامض قرين قوي للقاعدة الضعيفة NH_3 . حيث يتفاعل مع ايونات OH^- ويكون NH_3 القاعدة الضعيفة مع تحرير الماء يستهلك هذا التفاعل ايون OH^- من وسط التفاعل ولذلك تتأين جزيئات H2O لتعويض النقص مما يؤدي الى تكون زيادة في كمية H^+ ويصبح المحلول بذلك حامضيا.

س واجب / هل المحلول المائي ليوديد البريدينيوم C_5H_5NHI حامضي ام قاعدي ام متعادل

س/ ما هو تأثير الايون المشترك؟

1- يقلل من تفكك الالكتروليت الضعيف .
2- تقليل الحامضية [H] وزيادة PH اذا كان حامض ضعيف .
3- تقليل القاعدية [OH] وتقليل PH اذا كان قاعدة ضعيفة .

اهمية الايون المشترك :

1 – السيطرة على PH المحاليل كما في المحاليل المنظمة (محاليل بفر) .

2 – ترسيب ايونات معينة كما في ترسيب الاملاح الشحيحة الذوبان .

علل / تقل درجة تفكك حامض الفليك عند اضافه خلات الصوديوم اليه .

ج/ لان اضافة ملح خلات الصوديوم سيؤدي الى زيادة تركيز الايون المشترك CH_3COO^- (ايون الخلات) . لذلك سينحرف توازن تفكك حامض الفليك بالاتجاه الخلفي حسب قاعدة لوشاتليه . فيقل تفكك حامض الفليك ←



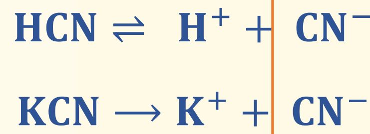
$$CH_3COOH \rightleftharpoons \boxed{CH_3COO^-} + H^+$$



$$CH_3COONa \longrightarrow \boxed{CH_3COO^-} + Na$$

علل/ يقل [H+] وتزداد PH لمحلول حامض HCN بعد اضافة KCN .

ج/ بسبب ازدياد تركيز CN^- (الايون المشترك) . فينحرف توازن HCN بالاتجاه الخلفي حسب قاعدة لوشاتليه فيقل $[H^+]$ اي تقل الحامضية وتزداد PH .

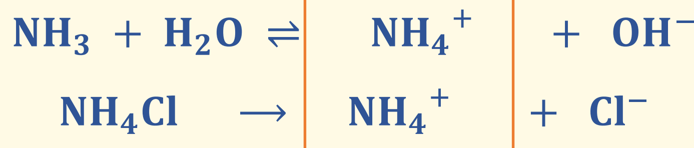


$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$
$$KCN \longrightarrow K^+ + CN^-$$

علل / تقل درجة تفكك HF باضافة NaF الى محلوله المائي . او / تقل حامضية محلول HNO_2 باضافة KNO_2 الى محلوله المائي . او / تقل درجة تفكك محلول NH_3 عند اضافة NH_4Cl اليه .

ج/ لانه سيزداد تركيز NH_4^+ (الايون المشترك) وبذلك ينحرف توازن NH_3 بالاتجاه الخلفي حسب قاعدة لوشاتليه فيقل تفكك محلول الامونيا

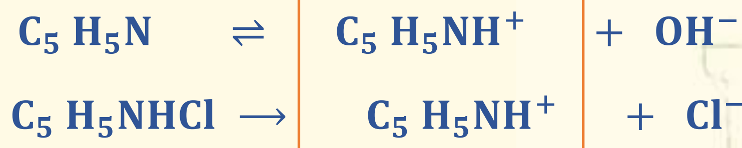
ايون مشترك



$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

علل / يقل $[OH^-]$ وتقل PH محلول البريدين C_5H_5N باضافة كلوريد الامونيوم C_5H_5NHCl اليه .

ج / سيزداد تركيز $C_5H_5NH^+$ (الايون المشترك) فينحرف توازن القاعدة الضعيفة C_5H_5N بالاتجاه الخلفي حسب قاعدة لوشاتليه فيقل $[OH^-]$ اي تقل القاعدية وتقل PH .



$$C_5H_5N \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$$
$$C_5H_5NHCl \longrightarrow C_5H_5NH^+ + Cl^-$$

ايون مشترك

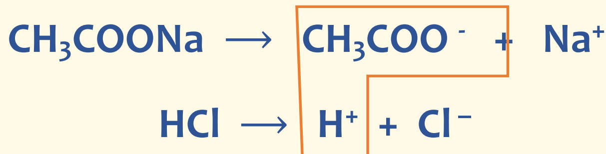
علل/ تقل قاعدية محلول $C_6H_5NH_2$ بعد اضافة $C_6H_5NH_3NO_3$ اليه .

س / كيف يحافظ محلول بفري مكون من حامض ضعيف وملحه على اسه الهايدروجيني عند اضافة حامض قوي اليه ؟

ج /



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$



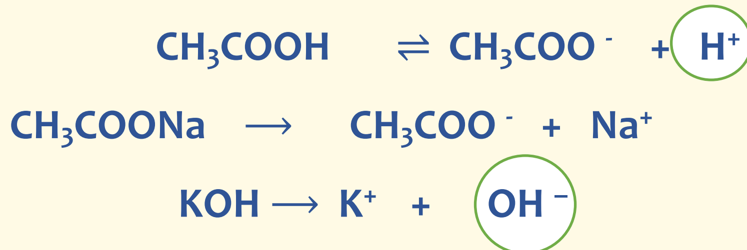
$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

عند اضافة HCl يتحد H^+ الناتج من تحلل HCl مع CH_3COO^- الناتج من الملح لتكوين حامض الفليك CH_3COOH وبذلك لا تنخفض قيمة PH بشكل ملحوظ (زيادة تركيز حامض الفليك الضعيف يؤدي الى نقصان صغير جداً في قيمة PH المحلول)

تفسير : بدل ما يكون التأثير اضافة حامض قوي راح يتحول القوي (H^+) الى ضعيف ايصير تأثير اضافة حامض ضعيف

س / كيف يحافظ محلول بفري مكون من حامض ضعيف وملحه على اسه الهايدروجيني عند اضافة قاعدة قوية اليه ؟

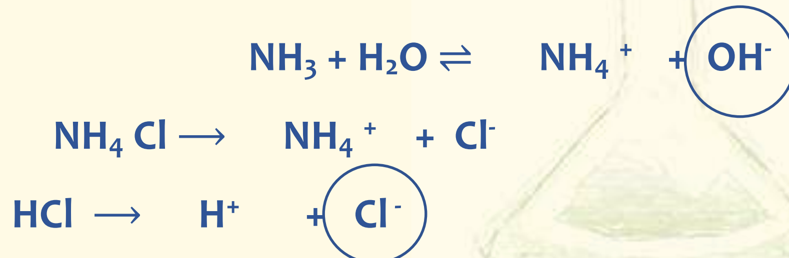
ج / عند اضافة KOH سيتحد OH^- الناتج من KOH مع H^+ الناتج من CH_3COOH مكوناً ماء ومسببا انحراف التوازن الامامي للتعويض عن $[H^+]$ المستهلك وبذلك يقل تركيز الحامض ويزداد تركيز الملح ويحافظ PH على قيمتهُ تقريباً .



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$
$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

س/ ماذا يحدث عند اضافة كمية قليلة من حامض قوي (HCl) الى مزيج من الامونيا + كلوريد الامونيوم

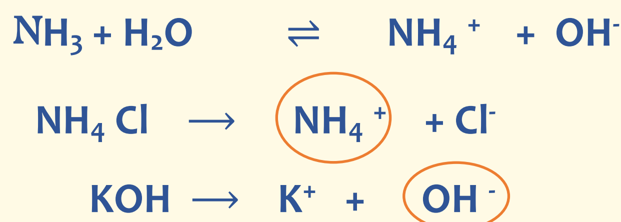
ج / عند اضافة HCl يتحد H^+ الناتج من تحلل HCl مع OH^- الناتج من تحلل القاعدة (الامونيا) مسبباً انحراف التوازن الامامي للتعويض عن OH^- المستهلك وتقل تركيز القاعدة ويزداد تركيز الملح فتبقى PH ثابتة تقريباً.



$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

س/ ماذا يحدث عند اضافة كمية قليلة من KOH الى مزيج الامونيا + كلوريد الامونيوم .

ج / يتحد OH^- الناتج من تحلل القاعدة التام (KOH) مع NH_4^+ الناتج من تحلل الملح (NH_4Cl) وبذلك لا تتغير PH المحلول وتبقى ثابتة تقريباً .



$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

س/ لماذا تختلف الاملاح في قابلية الاذابة ؟

ج/ لان قابلية الذوبان تعتمد على الفرق بين الطاقة اللازمة لكسر الاواصر التي تربط بين ايونات الملح . ومقدار الطاقة الناتجة نتيجة لانتشار ايونات الملح في الماء وتحللها .

❖ عند اذابة الملح الشحيح الذوبان في الماء تنشأ حالة اتزان بين الجزء الصلب من الملح وايوناته والمحلول الناتج هو محلول مشبع .



$$BaSO_4 \longrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

الجزء الصلب الجزء الذائب

العوامل المؤثرة على الذوبانية :

1 . تاثير درجة الحرارة : تزداد ذوبانية معظم المواد شحيحة الذوبان مع زيادة درجة الحرارة ولكن يختلف مقدار هذه الزيادة من مادة الى اخرى.

2. تأثير الايون المشترك : س/ في ضوء فكرة الايون المشترك بين كيف يمكن اتمام ترسيب ملح شحيح الذوبان في الماء مثل CaF_2.

ج/ يتم الترسيب باضافة ملح كثير الذوبان مثل NaF فيزداد تركيز الايون المشترك F^- وحسب قاعدة لوشاتليه ينحرف توازن CaF_2 بالاتجاه الخلفي فتقل ذوبانيته . ويزداد ترسبه . وكما موضح في المعادلات التالية :



$$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$$

$$y \qquad 2y \leftarrow \text{تهمل}$$



$$NaF \longrightarrow Na^+ + F^-$$

3. الاس الهيدروجيني PH :

وزاري 2018 / دور 1 / ما تأثير التغير بالاس الهايدروجيني على الذوبانية

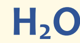
الحل / تعتمد ذوبانية الكثير من المواد على تركيز ايون الهيدروجيني $[H^+]$ في المحلول . مثل الاملاح الشحيحة الذوبان التي يدخل في تركيبها OH^- حيث تتغير ذوبانية هذه الاملاح مع تغير PH المحلول من خلال تاثير الايون المشترك . ويكون التاثير كالاتي :

أ- عند اضافة حامض مثل Hcl الى محلول مشبع لـ $Mg(OH)_2$ فان ايونات H^+ تتحد مع ايونات OH^- وتكون الماء . وبذلك يختل توازن العملية الى الامام ولتعويض النقص الحاصل في OH^- سيزداد تفكك $Mg(OH)_2$ اي تزداد ذوبانيته .

امامي



$$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$$ H_2O سحب



$$HCl \longrightarrow Cl^- + H^+$$



ب- عند اضافة قاعدة مثل NaOH الى المحلول المشبع لـ $Mg(OH)_2$ فان ايونات OH^- الناتج من تفكك NaOH التام تتحد مع ايونات OH^- الناتجة من تفكك $Mg(OH)_2$ فيزداد تركيز OH^- وهذا سيؤدي الى اختلال الاتزان الى الخلف فتقل ذوبانية $Mg(OH)_2$.



$$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$$



$$NaOH \longrightarrow Na^{+2} + OH^-$$ ايون مشترك

المسائل الرياضية :

مثال 3 – 3 احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي H^+ في 0.1 M محلول مائي لحامض الفليك ودرجة التأين والنسبة المئوية لتفكك الحامض اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الفليك 1.8×10^{-5} .

الحل /

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

0.1	0	0
-X	+X	+X
(0.1 - X)	X	X

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

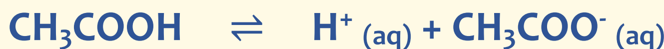
$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{(0.1-X)}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X^2)}{0.1}$$

$$\therefore \quad X^2 = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.1$$

$$X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$ بالجذر

$$X = [H^+] = 1.3 \times 10^{-3} \ mol/L$$



درجة التفكك الحامض = $\frac{[H^+]}{[\text{للحامض}]}$

$$= \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = 1.3 \times 10^{-2}$$

النسبة المئوية للتفكك (التأين) = درجة التفكك x 100 %

النسبة المئوية = 1.3×10^{-2} x 100 % = 1.3 %

تمرين 3 -2 احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في محلول المائي للحامض الهيدروسيانيك ($Ka = 4.9 \times 10^{-10}$) تركيزه يساوي 0.2 M ؟

الحل /



0.2	0	0
(0.2 - X)	X	X

↑ تهمل

النجاح ليس باب يفتح

بل سلماً يرتقى

$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]}$$

$$K_a = \frac{(x^2)}{(0.2 - X)}$$

$$4.9 \times 10^{-10} = \frac{(x^2)}{0.2}$$

$$X^2 = 0.98 \times 10^{-10}$$

$$X^2 = 1 \times 10^{-10}$$ بالجذر

$$X = 1 \times 10^{-5}\ mol/L = [H^+]$$

ملاحظة :

إذا كانت قيمة (K_a او K_b) > (10^{-5} , 10^{-6} ....) يستخدم التقريب اي X المطروحة من التركيز الاصلي تهمل

إذا كانت قيمة (K_a او K_b) < (10^{-4} , 10^{-3}) نستخدم الدستور .

مثال 3 - 4 احسب درجة التفكك والنسبة المئوية للتأين لحامض HF ($Ka = 6.8 \times 10^{-4}$) في محلوله المائي الذي تركيزه (أ) 0.1 M (ب) 0.01 M وبين العلاقة بين النسبة المئوية للتأين وتركيز المحلول ؟

الحل /



0.1	0	0
-X	+ X	+X
(0.1 - X)	+ X	+X

لايجوز استخدام التقريب (اهمال X) لان $Ka = 10^{-4}$: نستخدم الدستور

$$Ka = \frac{x^2}{(0.1 - X)} \Rightarrow 6.8 \times 10^{-4} = \frac{x^2}{(0.1 - X)}$$

$$\therefore X^2 = 6.8\times10^{-4}\,(0.1 - X) = 6.8\times10^{-5} - 6.8\times10^{-4}X$$

$$\therefore X^2 + 6.8\times10^{-4}X - 6.8\times10^{-5} = 0$$

$$X = \frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a} = \frac{-(6.8\times10^{-4})\pm\sqrt{(6.8\times10^{-4})^2-4(6.8\times10^{-4})}}{2} = 7.91\times10^{-3}\,mol/L$$

درجة التفكك $= \frac{[H^+]}{[\text{الحامض}]} = \frac{7.91\times10^{-3}}{0.1} = \frac{7.91\times10^{-3}}{10^{-1}} = 7.91\times10^{-2}$

النسبة المؤية = درجة التفكك x 100 = 0.0791 x 100 = 7.91 %

ب-

$$Ka = \frac{X^2}{(0.01 - X)}$$

$$6.8\times10^{-4} = \frac{x^2}{(0.01 - X)} \Rightarrow X^2 = (6.8\times10^{-4})\,(0.01 - X)$$

$$\therefore X^2 = 6.8\times10^{-6} - (6.8\times10^{-4}X)$$

$$X^2 + 6.8\times10^{-4}X - 6.8\times10^{-6} = 0$$

$$X = \frac{-(6.8\times10^{-4})\pm\sqrt{(6.8\times10^{-4})^2-4(6.8\times10^{-6})}}{2} = \frac{-(6.8\times10^{-4})\pm\sqrt{46.24\times10^{-8}-27.2\times10^{-6}}}{2}$$

$$X = \frac{-(6.8\times10^{-4})\pm\sqrt{2766.24\times10^{-8}}}{2} = \frac{-6.8\times10^{-4}\pm52.5\times10^{-4}}{2} = \frac{45.7\times10^{-4}}{2}$$

$$\therefore X = 22.85\times10^{-4} = 2.29\times10^{-3}\ M$$

درجة التفكك $= \frac{[H^+]}{[\text{الحامض}]} = \frac{2.29\times10^{-3}}{0.01} = \frac{2.29\times10^{-3}}{10^{-2}} = 2.29\times10^{-1} = 0.229$

النسبة المؤية = درجة التفكك x 100 = 0.229 x 100 = 22.9 %

تمرين 3 - 3 احسب تركيز ايون الهيدروجين في المطول المائي للفينول C_6H_5OH ($Ka= 1.3\times10^{-10}$) تركيزه يساوي أ) 0.2 M   ب) بعد تخفيفه لمئة مرة .

بعد التخفيف	قبل التخفيف
التركيز الجديد = التركيز الاصلي / عدد مرات التخفيف $M = \frac{0.2}{100} = 0.002\ M$ $C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$ 0.002 0 0 -X +X +X 0.002 - X X X $Ka = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]}$ $Ka = \frac{X^2}{0.002}$ $X^2 = 1.3 \times 10^{-10} \times 0.002$ $X^2 = 0.26 \times 10^{-12}$ بالجذر $X = 0.51 \times 10^{-6}\ M$	$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$ 0.2 0 0 -X +X +X 0.2 - X X X $Ka = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]}$ $Ka = \frac{X^2}{0.2}$ $X^2 = 1.3 \times 10^{-10} \times 0.2$ $X = 0.51 \times 10^{-5}\ mol/L$

سؤال 17-3 يتأين حامض الفليك في محلوله المائي ذو تركيز M 0.01 بمقدار 4.2% احسب ثابت تأين الحامض؟

الحل / النسبة المئوية للتأين = $\frac{[H^+]}{[\text{الحامض}]} \times 100$

$4.2 = \frac{[H^+]}{0.01} \times 100$

$[H^+] = 4.2 \times 10^{-4}$ mol/L

$K_a = \frac{[H^+]^2}{[\text{الحامض}]} = \frac{[4.2\times10^{-4}]^2}{0.01} = 1.76 \times 10^{-5}$

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

سؤال 3-26 اذا علمت ان النسبة المئوية للتفكك M 0.1 حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01% ، كم هو ثابت تأين هذا الحامض ج / 10^{-9}

سؤال 3-10 اذا علمت أن قيمة K_a لحامض البروبانويك C_2H_5COOH تساوي 1.3×10^{-5} ماهي النسبة المئوية لتفكك الحامض في محلوله المائي ذو تركيز M 0.65 ؟

الحل /



$$C_2H_5COOH \rightleftharpoons C_2H_5COO^- + H^+$$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[\text{للحامض}]}$$

$$1.3 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{[0.65]}$$

$$X^2 = 1.3 \times 10^{-5} \times 0.65$$

$$X = 2.91 \times 10^{-3}\ M$$

$$\text{النسبة المئوية} = 100 \times \frac{[H^+]}{[\text{للحامض}]}$$

$$\text{النسبة المئوية} = 100 \times \frac{2.91 \times 10^{-3}}{0.65}$$

$$= 0.45\ \%$$

مثال 3 - 5 احسب تركيز ايون الهيدروكسيد $[OH^-]$ و درجة التأين و النسبة المئوية للتأين للمحلول المائي للامونيا الذي تركيزه يساوي M 0.2 علما ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل /



$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

التراكيز الابتدائية	0.2 M	0	0
التغير بالتراكيز	-X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	(0.2 - X)	X	X

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{(0.2-X)} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.2} \Rightarrow X^2 = 3.6 \times 10^{-6}$$

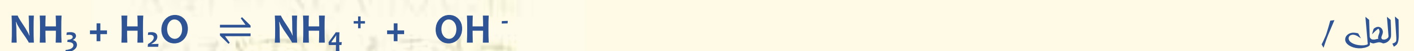
$$X = [OH^-] = 1.9 \times 10^{-3}\ mol/L$$

$$\because \text{درجة التأين} = \frac{[OH^-]}{[\text{للقاعدة}]} = \frac{1.9 \times 10^{-3}}{0.2} = 0.0095$$

∵ النسبة المئوية للتأين = درجة التأين x 100 % = 0.0095 x 100 % = 0.95 %

تمرين 3 - 4 احسب درجة التأين للمحلول المائي للانيلين $C_6H_5NH_2$ ($Kb = 3.8 \times 10^{-10}$) تركيزه يساوي 0.1 M.

ج/ 6.2×10^{-5}



سؤال 3-11 (وزاري 2014) ما تركيز الامونيا $[NH_3]$ في المحلول الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01 M من NH_4^+ و $[OH^-] = 1.2 \times 10^{-5}$ M علما ان ثابت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5}؟

الحل /

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

? 0.01 1.2×10^{-5}

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8\times10^{-5} = \frac{(0.01)(1.2\times10^{-5})}{[NH_3]}$$

$$[NH_3] = \frac{(0.01)(1.2\times10^{-5})}{1.8\times10^{-5}} = 6.67 \times 10^{-3}\ M$$

مثال 3 - 6 احسب تراكيز ايونات H^+ و OH^- في 0.05M من محلول حامض النتريك (HNO_3)



الحل /

$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$

0.05M 0 0

0 0.05 0.05

$$[H^+] = [NO_3^-] = 0.05\ M$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$\therefore [OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1\times10^{-14}}{0.05} =$$

$$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{5\times10^{-2}} = 2\times10^{-13}\ M$$

تمرين 3 - 5 احسب تركيز ايونات الهيدروجين المائية في محلول يحتوي على ايونات الهيدروكسيد المائية بتراكيز :

(أ) 0.01 M (ب) 2×10^{-9} M

pH الاس الهيدروجيني (الدالة الحامضية) :

$$pH = -\log[H^+] \qquad [H^+] = 10^{-pH}$$

$$pOH = -\log[OH^-] \qquad [OH^-] = 10^{-pOH}$$

$$pH + pOH = 14$$

تفكك الالكتروليتات القوية

تمرين 3 - 6 احسب قيم الدالة الحامضية للمحاليل الاتية :

أ) $6.0x10^{-4}$ مولاري حامض الهيدروكلوريك . ب) 0.03 M حامض الكبريتيك .

الحل / (أ)



$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

6×10^{-4} 0 0

0 6×10^{-4} 6×10^{-4}

$pH = -\log[H^+] = -\log 6 \times 10^{-4} = -(\log 6 + \log 10^{-4}) = -(0.8 - 4) = 3.2$

ب)



$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

0.03 0 0

0 2×0.03

$pH = -\log[H^+]$

$pH = -\log 0.06$

$pH = -\log 6 \times 10^{-2}$

$pH = -(\log 6 + \log 10^{-2})$

$pH = -(0.8 - 2) = 1.2$

سؤال 3 - 25 كم هي كتلة KOH (M= 56 g/mol) اللازم اضافتها الى 200 ml من الماء المقطر لتصبح PH تساوي 11 .

الحل /



$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$

Y 0 0

0 Y Y

$pH + pOH = 14$

$pOH = 14 - pH$

$pOH = 14 - 11 = 3$

$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3} = 0.001\ M$

$\therefore KOH = 0.001M = [OH^-]$

$m = M \times V_L \times M$

$m = 0.001 \times \frac{200}{1000} \times 56 = 0.0112g$

تمرين 3 - 7 اذا علمت ان pH محلول لحامض النتريك يساوي 3.32 فكم مولاريته ؟ log 5 = 0.7

الحل/



$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3$



Y 0 0

0 Y Y

$\because [HNO_3] = [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.32} \times 10^{+4} \times 10^{-4} = 10^{0.68} \times 10^{-4}$

$[H^+] = 10^{0.7} \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-4}$ M

تمرين 3 - 9 احسب قيم $[H^+]$ و pH و $[OH^-]$ و pOH للمحلول المائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيزه 0.015 M هل المحلول حامضي ام قاعدي ؟ ولماذا؟ $(\log 3 = 0.48)(\log 3.3 = 0.52)$

الحل /



$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^+ + 2OH^-$



0.015 0 0

0   2 (0.015)

$\therefore [OH^-] = 2(0.015) = 0.03$ M

$POH = -\log[OH^-] = -\log 3 \times 10^{-2}$

$POH = -(0.48 - 2) = 1.52$

$pH = 14 - pOH$

$pH = 14 - 1.52 = 12.48$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$[H^+] = 10^{-12.48} \times 10^{+13} \times 10^{-13}$

$[H^+] = 10^{0.52} \times 10^{-13} = 3.3 \times 10^{-13}$ M

مثال 3 - 9 / واجب احسب $[H^+]$ و pH و $[OH^-]$ و pOH لمحلول حامض الهيدروكلوريك بتركيز 0.015 M .

التحلل المائي للاملاح

$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w . K_a}{c}}$ $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w . C}{k_b}}$

$pH = \frac{1}{2}[pk_w - pk_b - \log c$ $pH = \frac{1}{2}[pk_w + pk_a + \log c]$

$kh = \frac{k_w}{k_a}$ $kh = \frac{k_w}{k_b}$

سؤال 3-3 في المحاليل المائية للمواد التالية، هل يكون المحلول حامضيا أو قاعديا أو متعادلا ولماذا؟

أ – NH_4Cl ب– Na_2SO_4 ج– CH_3COOK د– CaF_2 هـ– $MgSO_4$ و– KCl

الحل / أ- NH_4Cl حامض لانه مشتق من قاعدة ضعيفة NH_3 وحامض قوي .

ب - Na_2SO_4 متعادل لانه مشتق من قاعدة قوية NaOH وحامض قوي H_2SO_4 .

ج - CH_3COOK قاعدي مشتق من قاعدة قوية KOH وحامض ضعيف CH_3COOH

د - CaF_2 قاعدي من قاعدة قوية $Ca(OH)_2$ وحامض ضعيف HF .

ه - $MgSO_4$ متعادل من قاعدة قوية $Mg(OH)_2$ وحامض قوي H_2SO_4 .

و - KCl متعادل من قاعدة قوية KOH وحامض قوي HCl .

مثال 3 – 10 ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك ($Ka = 1.8 \times 10^{-5}$) وثابت الحاصل الايوني للماء ($Kw = 1.0 \times 10^{-14}$) يجب ان تحفظ kw

الحل / ملح خلات الصوديوم مشتق من قاعدة قوية NaOH وحامض ضعيف CH_3COOH لذلك يستخرج قيمة ثابت التحلل المائي للملح من القانون :

$$kh = \frac{k_w}{k_a} = \frac{1\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 5.6 \times 10^{-10}$$

مثال 3 - 11 احسب PH لملح خلات الصوديوم تركيزه M 0.01 في درجة حرارة 25 c علماً بان $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$.

$$pk_w = -\log 10^{-14} = 14$$

$$pk_a = -\log(1.8 \times 10^{-5}) = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26 = 4.74$$

$$\log c = \log 0.01 = \log 10^{-2} = -2$$

$$pH = \frac{1}{2}[pk_w + pk_a + \log c]$$

$$pH = \frac{1}{2}[14 + 4.74 - 2] = \frac{1}{2}[16.74] = 8.37$$

تمرين 3 – 10 احسب تركيز ايون الهيدروكسيد للمحلول المائي لملح سيانيد البوتاسيوم KCN تركيزه 0.1 M ($Ka = 4.9 \times 10^{-10}$) وهل المحلول حامضي او قاعدي؟

الحل /

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_W K_a}{C}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 4.9 \times 10^{-10}}{0.1}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 10^{-11} \times 49}{10^{-1}}} = \sqrt{49 \times 10^{-24}} = 7 \times 10^{-12}\ M$$

$$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$\therefore\ [OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{7 \times 10^{-12}} = 0.1428 \times 10^{-2} = 1.43 \times 10^{-3}$$

لان تركيز الهايدروكسيد اكبر من تركيز الهايدرونيوم الملح قاعدي

الكل يريد تغيير العالم من حوله ... لكن لا احد يفكر في تغيير نفسه

مثال 3 - 12 كم هي قيمة PH محلول كلوريد الامونيوم تركيزه 0.2 M اذا علمت ان ($K_b = 1.8 \times 10^{-5}$)

$$pk_w = -\log 10^{-14} = 14$$

$$pk_b = -\log K_b = -\log 1.8 \times 10^{-5} = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26 = 4.74$$

$$\log c = \log 2 \times 10^{-1} = -1 + \log 2 = -1 + 0.3 = -0.7$$

$$pH = \frac{1}{2}[pk_w - pk_b - \log c]$$

$$pH = \frac{1}{2}[14 - 4.74 + 0.7] = \frac{1}{2}[9.96] = 4.98$$

تمرين 3 - 11 احسب قيمة POH لمحلول نترات الامونيوم ($PK_b = 4.74$) بتركيز 0.5 M وهل المحلول حامضي او قاعدي ؟ ج / 9.22

3-16 احسب قيمة PH و[OH-] لمحاليل الاملاح التالية :

1- 0.1 M سيانيد الصوديوم $NaCN$.

2- 0.25 M نترات الامونيوم NH_3NO_3 .

3- 0.2 M نترات الصوديوم $NaNO_3$.

علما ان ثابت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5} ، $K_a(HCN) = 4.9 \times 10^{-10}$

الحل / 1- $NaCN$ ملح قاعدي

$$pK_a = -\log 4.9 \times 10^{-10} = 10 - \log 4.9 = 10 - 0.7 = 9.3$$

$$\log C = \log 10^{-1} = -1$$

$pH = \frac{1}{2}[\,pk_w + pk_a + \log c\,]$

$pH = \frac{1}{2}[\,14 + 9.3 - 1] = \frac{22.3}{2} = 11.15$

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11.15} \times 10^{+12} \times 10^{-12} = 10^{0.85} \times 10^{-12} = 7 \times 10^{-12}$

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{7\times10^{-12}} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1}{7} \times 10^{-2}$ M

-2 NH_4NO_3 ملح حامضي

Log c = log 0.25
log 25×10^{-2}
log5+log5+log10^{-2}
0.7 + 0.7 – 2 = - 0.6

$pH = \frac{1}{2}[\,pk_w - pk_b - \log c\,]$

$pH = \frac{1}{2}[\,14 - 4.74 - (-0.6)]$

$pH = \frac{1}{2}(9.86) = 4.93$

$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-4.9}} = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-5}} = 1\times10^{-9}$ M

-3 $NaNO_3$ ملح متعادل مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية   ∴ المحلول متعادل PH= 7

$[OH^-] = 1\times10^{-7}$ M

تأثير الايون المشترك

$[acid]$ = تركيز الحامض

$[salt]$ = تركيز الملح

$$PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$[H^+] = K_a * \frac{[acid]}{[salt]}$$

$$POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$[oH^-] = K_b * \frac{[base]}{[salt]}$$

مثال 3 - 13 ما التاثير الذي تحدثه اضافة 8.2g (0.1 mol) من ملح خلات الصوديوم CH3COONa الى لتر واحد من محلول حامض الخليك بتركيز 0.1 mol/L على تركيز ايون H^+ عند 25 C علما ان $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$ و $\sqrt{1.8} = 1.3$.

الحل /



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

التراكيز الابتدائية	0.1	0	0
التراكيز عند الاتزان	(0.1-X)	X	X



$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na$$

التراكيز قبل التفاعل	0.1	0	0
التراكيز بعد التفاعل	0	0.1	0.1

1- قبل اضافة الملح

$$k_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{(X)(X)}{(0.1-X)}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)^2}{(0.1)}$$

$$(X)^2 = (0.1) \times (1.8 \times 10^{-5}) = 1.8 \times 10^{-6}$$ بالجذر

$$[H^+] = X = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}} = 1.3 \times 10^{-3}\ M$$

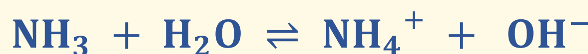
2- بعد الاضافة $[H^+] = k_a \times \frac{[acid]}{[salt]} = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.1}{0.1} = 1.8 \times 10^{-5}\ M$

نجد ان تركيز $[H^+]$ قد انخفض بعد اضافة الملح بتاثير الايون المشترك $[CH_3COO^-]$ الذي يقلل من الحامضية او $[H^+]$ لانه سيقلل تفكك الحامض لانحرافه بالاتجاه الخلفي حسب قاعدة لوشاتليه .

تمرين 3 - 12 / وزاري 2013 ماهو تاثير الناتج من اضافة 26.75g (0.5mol) من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز 0.1 M على درجة تفكك القاعدة ؟ اذا علمت ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة يساوي 1.8×10^{-5} .

الحل /

قبل الاضافة



$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

التراكيز الابتدائية	0.1	0	0
التراكيز عند الاتزان	-X	+X	+X

$$k_a = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(x^2)}{0.1}$$

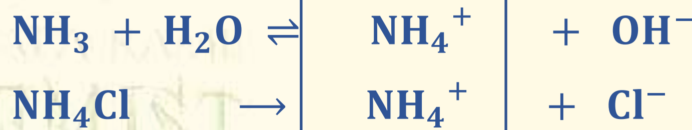
$$x^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$X = [OH^-] = 1.3 \times 10^{-3}\ M$$

$$\text{درجة التفكك} = \frac{[OH^-]}{[\text{الاصلي}]}$$

$$\text{درجة التفكك} = \frac{1.3 \times 10^{-3}}{[0.1]} = 1.3 \times 10^{-2}$$

بعد الاضافة



$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

ايون مشترك

$$[OH^-] = K_b * \frac{[base]}{[salt]}$$

$$[OH^-] = 1.8 \times 10^{-5} * \frac{0.1}{0.5} = 1.8 \times 10^{-5} * 0.2 = 3.6 \times 10^{-6}\ M$$

$$\text{درجة التفكك} = \frac{[OH^-]}{[\text{الاصلي}]} = \frac{3.6 \times 10^{-6}}{[0.1]} = 3.6 \times 10^{-5}$$

نلاحظ ان :

درجة تفكك NH_3 انخفضت بتاثير الايون المشترك الناتج بعد اضافة الملح NH_4Cl للقاعدة NH_3 وذلك بسبب انحراف توازن تفكك NH_3 بالاتجاه الخلفي .

المحاليل المنظمة (محاليل بفر)

مثال 3 - 14 احسب تركيز ايون H^+ و pH لمحلول مكون من مزج 0.1 M حامض الخليك و 0.2 M خلات الصوديوم $(Ka = 1.8 \times 10^{-5})$

الحل /

$$[H^+] = K_a * \frac{[acid]}{[salt]}$$

$$[H^+] = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.1}{0.2}$$

$$[H^+] = 1.8 \times 0.5 \times 10^{-5} = 0.9 \times 10^{-5}$$

$$[H^+] = 9 \times 10^{-6}\ mol/L$$

$PH = -\log[H^+] = -\log 9 \times 10^{-6} = -(\log 9 + \log 10^{-6}) = -(0.95 - 6)$

$PH = 5.05$

ويمكن استخدام العلاقة $PH = pka + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

تمرين 3 - 13 احسب قيمة الاس الهيدروجيني لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.15mol/L و NH_4Cl بتركيز 0.3 M وقارن النتيجة مع قيمة PH محلول الامونيا ذي تركيز 0.15 M علما ان : $(\log 2 = 0.3)(PKb = 4.74)$

الحل / 1 - مزيج $(NH_4Cl + NH_3)$

$POH = pkb + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.3}{0.15} = 4.74 + \log 2 = 4.74 + 0.3 = 5.04$

$\because POH + PH = 14$

$\therefore PH = 14 - POH = 14 - 5.04 = 8.96$

2 - محلول الامونيا (NH_3)

$k_b = 10^{-pkb}$

$k_b = 10^{-4.7} \times 10^{+5} \times 10^{-5} = 10^{0.3} \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-5}$

$\because k_b = \frac{[OH]^2}{[\text{الاصلي}]}$

$[OH]^2 = 2 \times 10^{-5} \times 0.15$

$[OH]^2 = 3 \times 10^{-6}$ بالجذر

$[OH] = 1.7 \times 10^{-3}$ M

$POH = -\log[OH] = -\log 1.7 \times 10^{-3} = 3 - 0.23 = 2.77$

$PH = 14 - 2.77 = 11.23$

المناقشة :

يكون PH محلول الامونيا = 11.23 وبعد اضافة ملح كلوريد الامونيا سوف يقل PH المحلول بسبب تكون ايون مشترك الذي يقلل من تفكك الالكتروليت الضعيف (الامونيا) فيقل [-OH] وتقل PH .





$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

ايون مشترك

سؤال 3 – 12 احسب كتله ملح خلات الصوديوم ($M= 82g/mol$) اللازم اضافتها الى لتر من محلول 0.125 M حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة PH له = 4.74 علما ان ثابت تفكك حامض الخليك = 1.8×10^{-5} ($\log 1.8 = 0.26$)

الحل /

$$pka = -\log 1.8 \times 10^{-5} = 5 - 0.26 = 4.74$$

$$PH = pka + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

[acid] = [الحامض]
[bace] = [القاعدة]
[salt] = [ملح] = C

$$4.74 = 4.74 + \log\frac{[salt]}{0.125}$$

$$\left(0 = \log\frac{[salt]}{0.125}\right) \qquad (\log 1 = 0)$$

$$\log 1 = \log\frac{[salt]}{0.125} \Rightarrow 1 = \frac{[salt]}{0.125} \Rightarrow [salt] = 0.125\ M$$

$$m = M \times M \times V_L = 82 \times 0.125 \times 1 = 10.25\ g$$

مثال 3 - 15 ماذا يجب ان تكون تركيز كلوريد الامونيوم في محلول يحتوي على امونيا ($PKb = 4.74$) بتركيز 0.1 M لتكون قيمة PH تساوي 9.0 .

الحل /

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - PH = 14 - 9 = 5$$

$$\because POH = pkb + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$\log\frac{[salt]}{0.1} = 5 - 4.74$$

$$\left(\log\frac{[salt]}{0.1} = 0.26\right) (\log 1.8 = 0.26)$$

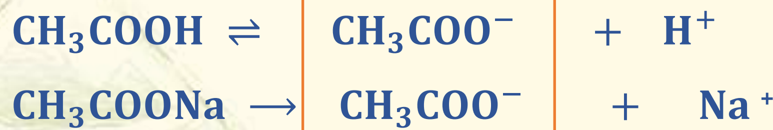
$$\log\frac{[salt]}{0.1} = \log 1.8$$

$$\frac{[salt]}{0.1} = 1.8$$

$$[salt] = 1.8 \times 0.1 = 0.18\ M$$

تمرين 3 - 14 ما تركيز حامض الخليك في محلول يحتوي بالاضافة الى حامض الخليك ملح خلات الصوديوم بتركيز 0.3mol/L اذا علمت ان PH المحلول = 4.31 ؟ علماً ان($Ka = 1.8\times 10^{-5}$)

الحل /



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

$$PH = pka + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$4.31 = -\log 1.8\times10^{-5} + \log\frac{0.3}{[acid]}$$
$$4.31 = 4.74 + \log\frac{0.3}{[acid]}$$
$$4.31 - 4.74 = \log\frac{0.3}{[acid]}$$
$$-0.43 = \log\frac{0.3}{[acid]}$$
$$\left(-0.43 = \log\frac{0.3}{[acid]}\right)\times \log^{-1}$$

$$\log^{-1}(-0.43) = \frac{0.3}{[acid]}$$
$$10^{-0.43} = \frac{0.3}{[acid]}$$
$$[acid] = \frac{0.3}{10^{-0.43}}$$
$$[acid] = 0.3 \times 10^{0.43}$$
$$[acid]\ 0.3 \times 2.7 = 0.81\ M$$

سؤال 3-14 اذا كانت هناك حاجة لتضير محلول بفر ذو PH= 9.0 من مزج NH_3 و NH_4Cl . كم يجب ان تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$ ؟ علما ان $Pk_b = 4.74$.

الحل /

$$POH = 14 - 9 = 5$$
$$poH = pk_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$$
$$poH = pk_b + \log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$
$$5 = 4.74 + \log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$
$$0.26 = \log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} \quad (\log 1.82 = 0.26)$$

$$\log 1.82 = \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} \Rightarrow \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 1.82$$

سـؤال 3-18 احسـب كتلـة كلوريـد الامونيـوم (M = 53.5 g/mole) الواجـب اضافتها الـى 500ml مـن محلـول 0.15 M امونيـا لجعـل قيمـة PH المحلـول تسـاوي 9.0 علمـا ان ثابـت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5} ؟ (Log 1.82 = 0.26)

POH= 14 - 9 = 5

$$poH = pk_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log \frac{[salt]}{0.15} \Rightarrow 0.26 = \log \frac{[salt]}{0.15} \Rightarrow \log 1.82 = \log \frac{[salt]}{0.15}$$

$$\frac{[salt]}{0.15} = 1.82 \Rightarrow [salt] = 1.82 \times 0.15 = 0.27\ M$$

$$m = M \times M \times V_L = 0.27 \times 53.5 \times 0.5 = 7.22\ g$$

مثال 3 - 16 احسب قيمة الاس الهيدروجيني بعد اضافة 1 ml من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيزه 10 M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الفليك بتركيز 0.1 M وخلات الصوديوم بتركيز 0.1 M علماً ان : (pk$_a$= 4.74) (log 11 = 1.04) (log 9 = 0.95)


$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$


(aq) (aq) (aq)


$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$


(s) (aq) (aq)

نحسب تركيز الحامض القوي المضاف (HCl)

$$M_1 . V_1 = M_2 . V_2$$

$$M_2 = \frac{1 \times 10}{1000} = 0.01\ M = [H^+]$$

نحسب PH حسب قوانين بفر :

$$pH = pk_a + \log \frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]} = 4.74 + \log \frac{0.1 - 0.01}{0.1 + 0.01} = 4.74 + \log \frac{0.09}{0.11}$$

$$pH = 4.74 + (\log 9 - \log 11) = 4.74 + (0.95 - 1.04) = 4.74 + (-0.08) = 4.65$$

تمرين احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH .

أ– للتر من محلول بفر مكون من حامض الفليك بتركيز 0.1 M وخلات الصوديوم بتركيز 0.1 M

ب–لنفس محلول بفر لكن بعد اضافة 2 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزهُ 5M . ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH وناقش النتيجة . علماً ان : $pk_a = 4.74$

الحل /

1- $pH_1 = pk_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

$pH_1 = 4.74 + \log \frac{0.1}{0.1} = 4.74 + \log 1 \Rightarrow \therefore pH_1 = 4.74$

2- $M_1 V_1 = M_2 V_2$ نحسب تركيز الالكتروليت القوي المضاف

$5 \times 2 = M_2 \times 1000$

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01\ M$

نستخدم الان احد قوانين بفر لاستخراج PH_2 بعد الاضافة لـ NaOH

$PH_2 = pk_a + \log \frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]} = 4.74 + \log \frac{0.1+0.01}{0.1-0.01} = 4.74 + \log \frac{0.11}{0.09}$

$PH_2 = 4.74 + (\log 11 - \log 9) = 4.74 + (1.04 - 0.95) = 4.74 + (0.09) = 4.83$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.83 - 4.74 = 0.09$

سؤال 3 – 13 أ– ما قيمة الاس الهيدروجيني لمزيج بفري مكون من حامض النتروز (HNO_2) $k_a = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز 0.12 M ونتريت الصوديوم $NaNo_2$ بتركيز 0.15 M ؟ ب – احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة 1.0 g هيدروكسيد الصوديوم (M = 40 g/mole) الى لتر من محلول بفر . (log4.5= 0.65 , log4=0.6 , log5=0.7,log1.8=0.26)

$PKa = -\log Ka = -\log 4.5 \times 10^{-4} = -(\log 4.5 + \log 10^{-4}) = -(0.65-4) = 3.35$

$pH = pk_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} = 3.35 + \log \frac{0.15}{0.12}$

$pH = 3.35 + \log \frac{5}{4} = 3.35 + \log 5 - \log 4$

$pH = 3.35 + 0.7 - 0.6 = 3.35 + 0.1 = 3.45$

ب – نستخرج التركيز المولاري للقاعدة NaOH المضافة الى بفر

$$M = \frac{m}{M.V} = \frac{1}{40 \times 1} = 0.025\ M$$

$$PH = pk_a + \log \frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$PH = 3.35 + \log \frac{0.15+0.025}{0.12-0.025} = 3.35 + \log \frac{0.175}{0.095} = 3.35 + \log 1.8 \Rightarrow pH = 3.35 + 0.26 = 3.6$$

سامح اعدائك ولكن اياك ان تنسى أسمائهم

تمرين 3 – 15 احسب قيمة الاس الهيدروجيني pH

(أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1 M ، وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.1 M

(ب) لنفس محلول بفر لكن بعد أضافة 1 mL من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M ، ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة pH وناقش النتيجة .علماً ان $pK_b = 4.74$

محاليل الاضافة (التخفيف)

اولاً : المحاليل التي تنتج من مزج الحامض او القاعدة مع الماء

ملاحظات :

1- نستخرج التراكيز الجديدة من القانون $M_1 V_1 = M_2 V_2$ حيث V_1 = الحجم الاول V_2 = مجموع الحجوم في السؤال

2- نكتب معادلة تحلل المادة لنستخرج تركيز $[H^+]$ او $[OH^-]$ في المحلول من المعادلات

سؤال 3-2 جد مقدار التغير في قيمة PH للماء عند اضافة الى لتر منه الى المحاليل الاتية :

1- 1 mL من HCl تركيزه 10 M .

2- 1 mL من NaOH تركيزه 10 M .

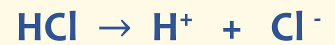
الحل / 1 – قبل الاضافة / $PH_1 = 7$ لان الماء متعادل

بعد الاضافة / نحسب [HCl] المضاف

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 \times 1 = M_2 \times 1000$$

$$M_2 = \frac{10 \times 1}{1000} = 0.01\ M\ [HCl]$$



$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$pH_2 = -\log [H^+] = -\log 10^{-2} = 2$$

$$\Delta PH = 2 - 7 = -5$$

2- قبل الاضافة / $PH_1 = 7$ لان الماء متعادل

بعد الاضافة / $M_1 V_1 = M_2 V_2$

$$10 \times 1 = M_2 \times 1000$$

$$M_2 = \frac{10 \times 1}{1000} = 0.01\ M\ [NaOH]$$



$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$0.01 \qquad\qquad 0.01$$

$$POH = -\log 10^{-2} = 2$$

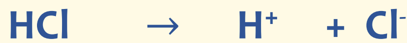
$PH_2 = 14 - 2 = 12$ لان المضاف قاعدة

$\Delta PH = 12 - 7 = 5$ الزيادة في PH

سؤال 3-28 احسب قيمة PH لمحلول نتج من تخفيف 1mL من 13.6M حامض الهيدروكلوريك الى لتر بالماء

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$M_2 = \frac{M1\ V1}{V2} = \frac{13.6 \times 1}{1000} = 0.0136\ M$$



	$HCl \rightarrow$	H^+	$+ Cl^-$
قبل	0.0136	0	0
بعد	0	0.0136	

$$PH = -\log [H^+] = -\log 0.0136 \Rightarrow PH = +1.866$$

ثانياً : المحاليل التي تنتج من مزج حامض وقاعدة قويين .

ملاحظات :

1- نستخرج التراكيز الجديدة للحامض والقاعدة كل على حدة من القانون $M_1 V_1 = M_2 V_2$ حيث

V_1 = الحجم الاول V_2 = مجموع الحجوم في السؤال

2- تكتب معادلات تحلل كل من الحامض والقاعدة لنجد تركيز $[H^+]$ و $[OH^-]$ في المحلول من المعادلات

3- نطرح التركيز الكبير ناقص الصغير لنصل على المتبقي

4- اذا كان تركيز الحامض اكبر يكون المطلول حامضي واذا كان تركيز القاعدة اكبر يكون المحلول قاعدي واذا كان التركيزان متساويان يكون المحلول متعادل

سؤال 3 – 24 احسب قيمة PH لمحلول ناتج من مزج 26 ml من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم مع 50 ml من 0.1 M حامض الهايدرو كلوريك .

NaOH	HCl
$M_1 . V_1 = M_2 . V_2$	$M_1 . V_1 = M_2 . V_2$
$0.2 \times 26 = M_2 \times 76$	$0.1 \times 50 = M_2 \times 76$
$M_2 = \frac{0.2\times26}{75} = 0.068$	$M_2 = \frac{5}{76} = 0.065$

$$[OH^-] = 0.068 - 0.065 = 0.003 = 3 \times 10^{-3} \ \therefore$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log 3 \times 10^{-3} = 3 - 0.47 = 2.53$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - POH = 14 - 2.53 = 11.4$$

ثالثاً : المحاليل التي تنتج من مزج حامض وقاعدة مختلفين بالقوة .

ملاحظات :

1- نستخرج التراكيز الجديدة للحامض والقاعدة كل على حدة من القانون $M_1 V_1 = M_2 V_2$ حيث

V_1 = الحجم الاول V_2 = مجموع الحجوم في السؤال

2- تكتب معادلة التفاعل ونكتب الفرضية كما تعلمناها في الفصل الثاني والمتكون + المتبقي هما اللذان يتحكمان بطبيعة المحلول (PH) .

سؤال 3 - 22 كم ستكون قيمة PH المحلول الناتج من مزج 20 ml من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع 50 ml من 0.1 M حامض الخليك CH_3COOH علماً بأن $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$ لحامض الخليك

الحل / نحسب التراكيز الجديدة

NaOH	CH_3COOH
$M_1 . V_1 = M_2 . V_2$	$M_1 . V_1 = M_2 . V_2$
$0.2 \times 20 = M_2 \times 70$	$0.1 \times 50 = M_2 \times 70$
$M_2 = \frac{4}{70} = 0.057$ M	$M_2 = \frac{5}{70} = 0.071$ M

$$CH_3COOH + NaCl \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

قبل التفاعل	0.071	0.057	0
عند التغير	− 0.057	− 0.057	+ 0.057
عند الاتزان	0.014	0	0.057

حامض ضعيف وملحه

ايون مشترك

$$PKa = -\log Ka$$
$$PKa = -\log 1.8 \times 10^{-5}$$
$$PKa = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$$
$$PKa = -(0.26 - 5)$$
$$PKa = -(-4.74)$$
$$PKa = 4.74$$

$$PH = PKa + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$PH = 4.74 + \log\frac{0.057}{0.014}$$
$$PH = 4.74 + \log 4$$
$$PH = 4.74 + 0.6 = 5.34$$

سؤال 3 – 23 عند اضافة 25ml من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم NaOH الى 50ml من 0.1 M حامض الخليك . ماذا ستكون قيمة الاس الهيدروجيني للمحلول علماً ان ($Ka=1.8 \times 10^{-5}$).

الحل /


CH_3COOH

$M_1 . V_1 = M_2 . V_2$

$0.1 \times 50 = M_2 \times 75$

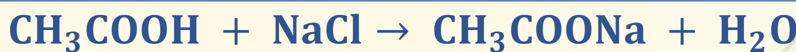
$M_2 = \frac{5}{75} = 0.066$ M


NaOH

$M_1 . V_1 = M_2 . V_2$

$0.2 \times 25 = M_2 75$

$M_2 = \frac{5}{75} = 0.066$ M


$$CH_3COOH + NaCl \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

قبل التفاعل	0.066	0.066	0
عند التغير	− 0.066	− 0.066	+ 0.066
عند الاتزان	0	0	0.066

المتكون هو ملح القاعدة قوية وحامض ضعيف

$$\log C = \log 6.6 \times 10^{-2} = -2 + 0.82 = -1.8$$

$$PH = \frac{1}{2}[PKw + PKa + \log c]$$

$$PH = \frac{1}{2}[14 + 4.74 - 1.18] = \frac{1}{2}[17.56] = 8.78$$

سؤال 6-3 ما قيمة PH لكل من المحاليل المضرة باضافة 10ML من HCl تركيز 0.1 M الى :

1. 10 ml من NaOH تركيز 0.1 M .
2. 15mL من NaOH تركيز 0.1 M .
3. 10mL من NH_3 تركيز 0.1 M . علماً ان ثابت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5} (log 5.2 =0.72)
4. 15mL من NH_3 تركيز 0.1 M

الحل /1 – تطبيق قانون التخفيف

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

$0.1 \times 10 = M_2 \times 20$

$M_2 = \frac{0.1\times10}{20} = 0.05$ M لكل من NaOH و HCl

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$



0.05   0.05

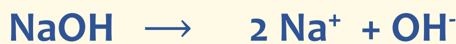
$NaOH \longrightarrow 2\,Na^+ + OH^-$

0.05   0.05

بعد المزج $[H^+] = [OH^-]$ ∴ PH يكون متعادل = 7

2. نحسب التراكيز المولارية بعد المزج

HCl	NaOH
$M_1 V_1 = M_2 V_2$	$M_1 V_1 = M_2 V_2$
$0.1 \times 10 = M_2 \times 25$	$0.1 \times 15 = M_2 \times 25$
$M_2 = \frac{0.1\times10}{25} = 0.04$ M HCl	$M_2 = \frac{0.1\times15}{25} = 0.06$ M NaOH



$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$



0.04   0.04



$NaOH \rightarrow 2\,Na^{+} + OH^{-}$

0.06   0.06

بعد المزج $[H^+] < [OH^-]$ ∵

∴ PH يكون قاعدي $[OH^-] = 0.06 - 0.04 = 0.02\ M$ المتبقي

$POH = -\log[OH^-] = -\log 2\times10^{-2}$

$POH = -0.3 + 2 = 1.7$ ∴ $pH = 14 - 1.7 = 12.3$

3. نحسب التراكيز المولارية بعد المزج

HCl	NH$_3$
$M_1V_1 = M_2V_2$	$M_1V_1 = M_2V_2$
$M_2 = \frac{0.1\times10}{20} = 0.05\ M\ HCl$	$M_2 = \frac{0.1\times10}{20} = 0.05\ M\ NH_3$



	HCl	NH$_3$	NH$_4$Cl
قبل التفاعل	0.05	0.05	0
التغير	- 0.05	-0.05	+0.05
بعد التفاعل	0	0	0.05

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w\times C}{K_b}} = \sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times5\times10^{-2}}{1.8\times10^{-5}}} = \sqrt{\frac{5}{18}\times10^{-10}}$$

$$[H^+] = \sqrt{0.27\times10^{-10}} = 0.52\times10^{-5} = 5.2\times10^{-6}$$

$$PH = -\log[H^+] = -\log 5.2\times10^{-6} = 6 - 0.72 = 5.28$$

4 -

HCl	NH$_3$
$M_1V_1 = M_2V_2$	$M_1V_1 = M_2V_2$
$M_2 = \frac{0.1\times10}{25} = 0.04\ M\ HCl$	$M_2 = \frac{0.1\times15}{25} = 0.06\ M\ NH_3$

بعد المزج :-



$$HCl + NH_3 \rightarrow NH_4Cl$$

	HCl	NH_3	NH_4Cl
قبل التفاعل	0.04	0.06	0
التغير	-0.04	-0.04	+0.04
بعد التفاعل	0	0.02	0.04

قاعدة ضعيفة وملحها (ايون مشترك)

$$pOH = pk_b + \log \frac{[salt]}{[base]} = 4.74 + \log \frac{0.04}{0.02}$$

$$pOH = 4.74 + 0.3 \Rightarrow PH = 14 - POH = 14 - 5.04 = 8.98$$

الذوبانية و ثابت حاصل الذوبان Ksp

سؤال 3 – 27 احسب الذوبانية المولارية S والذوبانية بدلالة (g/L) هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ ($M = 99.4\ g/mole$) اذا علمت ان $K_{sp} = 1.2x10^{-17}$

الحل /



$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$

$$S \qquad 2S$$

$$K_{sp} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.2x10^{-17} = S(2S)^2 \Rightarrow 1.2x10^{-17} = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{4} = 3x10^{-18} \Rightarrow \therefore S = 1.44\ x10^{-6}\ mol/L$$

$$S_{mol/L} = \frac{S_{g/l}}{M} \Rightarrow S_{g/l} = S_{mol/L} \times M$$

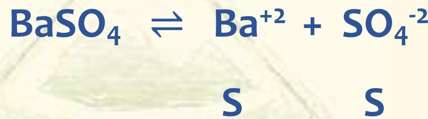
$$S = 1.44\ x10^{-6} \times 99.4 = 143 \times 10^{-6} = 1.43 \times 10^{-4}\ g/L$$

تمرين 3 – 17 احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كلوريد الفضة Agcl ($M = 143.5\ g/mol$) في محلوله عند حالة الاتزان . اذا علمت ان $K_{sp} = 1.8\ x10^{-10}$

(ج / $1.3x10^{-5}$ mlo/L, $1.93x10^{-3}$ g/L)

مثال 3 – 18 احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة K_{sp} لملح كبريتات الباريوم اذا علمت ان لتر واحد من محلوله المائي المشبع يحتوي على 0.0025 g من ملح $BaSO_4$ الذائب . ($M = 233\ g/mol$)

$$S_{mol/L} = \frac{S_{g/l}}{M} = \frac{0.0025}{233} = 1.1 \times 10^{-5}\ M$$



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$\qquad\qquad S \qquad S$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{sp} = s^2 \Rightarrow s^2 = (1.1\ \times 10^{-5})^2 \Rightarrow S = 1.2\ \times 10^{-10}$$

تمرين 3 - 16 اذا علمت ان لتراً واحداً من المحلول المشبع لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 ($M = 332\ g/mol$) يحتوي 0.0215 g من الملح . احسب ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح .

❖ الحاصل الايوني : Q_{sp} :

الفائدة من Q_{sp} : لمعرفة اذا كان المحلول قد بدأ بعملية الترسيب ام لا .

1- اذا كان $K_{sp} < Q_{sp}$ فالتفاعل امامي والملح يذوب (تحت الاشباع)

2- اذا كان $K_{sp} > Q_{sp}$ فالتفاعل خلفي والملح يترسب (فوق الاشباع)

3- اذا كان $K_{sp} = Q_{sp}$ حالة توازن (المحلول مشبع) .

> $ اذا ابو الذوبانية (Ksp) هو اكبر يعني الملح يذوب
>
> واذا ابو الذوبانية (Ksp) اصغر يعني الملح لا يذوب

انوع الاسئلة :

1- احسب تركيز ايون .... اللازم لبدء الترسيب

الحل / يبدأ الترسيب عند $Ksp = Qsp$ نستخدم القانون $Ksp = \left[\text{معلوم}\right]\left[\text{مجهول}\right]^2$ لايجاد المجهول

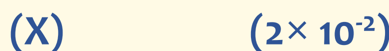
2- هل يترسب .... الحل / نجد Ksp ثم Qsp ونقارن بينهما

مثال 3 - 19 اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد F^- في محلول يساوي 2×10^{-2} M احسب ادنى تركيز من ايون الكالسيوم يكون لازماً وجودهُ في المحلول لبدء ترسيب ملح فلوريد الكالسيوم CaF_2 . ($K_{sp} = 4.9 \times 10^{-11}$) .

الحل /



$$CaF_2\ (s) \rightleftharpoons Ca^{+2}\ (aq) + F^{-2}\ (aq)$$



$$(X) \qquad (2 \times 10^{-2})$$

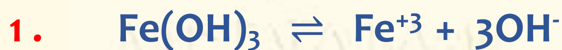
$$Ksp = [Ca^{+2}][F^-]^2$$

$4.9 \times 10^{-11} = [Ca^{+2}]\ (2\times 10^{-2})^2$

$[Ca^{+2}] = \frac{4.9\times10^{-11}}{4\times10^{-4}} = 1.225 \times 10^{-7}$ M التركيز اللازم للترسيب

تمرين 3 - 19 ما هي اقل دالة حامضية PH لمحلول يحوي ايون الحديد (III) بتركيز يساوي 2×10^{-10} M الذي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد (III) بالظهور في المحلول . علماً ان Ksp لهيدروكسيد الحديد (III) يساوي 5×10^{-38} . (log 6.3 = 0.8) $\sqrt{250} = 6.3$

1 .



$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$

$(2\times 10^{-10})\quad (X)$

$K_{sp} = [Fe^{+3}][OH^-]^3$

$5\times10^{-38} = (2\times 10^{-10})\ [OH^-]^3$

$[OH^-]^3 = \frac{5\times10^{-38}}{2\times 10^{-10}} = 2.5 \times 10^{-28} = 250 \times 10^{-30}$

$[OH^-] = 6.3 \times 10^{-10}$ M

$\therefore POH = -\log 6.3\times 10^{-10}$

$POH = 10 - 0.8 = 9.2$

$PH = 14 - 9.2 = 4.8$

تمرين 3 – 20 جديد محلول حجمه لتر يحتوي على 0.001 mole من كل من ايونات Al^{+3} و Fe^{+3} أضيفت اليه كمية من محلول NaOH بين رياضيا ايهما يترسب أولا $Al(OH)_3$ أو $Fe(OH)_3$ ولماذا ؟ علما ان

$K_{SP\,(Fe(OH)_3)} = 5\times10^{-38}$ و $K_{SP\,(Al(OH)_3)} = 3.5\times10^{-34}$, $\sqrt[3]{50} = 3.7$, $\sqrt[3]{0.35} = 1.52$

الحل / نجد تركيز ايون الهيدروكسيد (اللازم لبدء ترسيب) كل من $Al(OH)_3$ و $Fe(OH)_3$



$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$

$0.001 \qquad X$

$K_{SP} = [Fe^{+3}][OH^-]^3$

$5\times10^{-38} = 0.001\,(X^3)$

$X^3 = 5\times10^{-35} = 50\times10^{-36}$

$X = 1.7\times10^{-12}$ M اقل تركيز من الهايدروكسيد ليبدأ ترسيب $Fe(OH)_3$



$AL(OH)_3 \rightleftharpoons AL^{+3} + 3OH^-$

$0.001 \qquad Y$

$K_{SP} = [AL^{+3}][OH^-]^3$

$3.5 \times 10^{-34} = 0.001\ (Y^3)$

$Y^3 = 3.5 \times 10^{-31}$

$Y^3 = 0.35 \times 10^{-30}$

$Y = 1.52 \times 10^{-10}$ M   اقل تركيز من الهايدروكسيد ليبدأ ترسيب $AL(OH)_3$

$Fe(OH)_3$ يترسب اولاً لان تركيز ايون الهايدروكسيد اللازم لترسيبه اقل

تمرين 3 – 21 جديد مطلول من نترات الفضة $Ag\ NO_3$ تركيزه 0.01 مولاري وحجمه 20 mL اضيف الى 80 mL من محلول 0.05 مولاري كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 بين هل تترسب كرومات الفضة علما $Ksp\ (Ag_2CrO_4) = 1.1 \times 10^{-12}$

الحل / نجد تركيز نترات الفضة وكرومات البوتاسيوم بعد مزجهما حيث يصبح الحجم الكلي 100 mL

أولا : نترات الفضة

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

$0.01 \times 20 = M_2 \times 100$

$M_2 = \frac{0.01 \times 20}{100} = 0.002\ M\ [AgNO_3]$

ثانيا : كرومات البوتاسيوم

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

$0.05 \times 80 = M_2 \times 100$

$M_2 = \frac{0.05 \times 80}{100} = 0.04\ M\ [K_2CrO_4]$

$Ag\ NO_3 \rightleftharpoons Ag^+ + NO_3^-$

0.002   0.002   0.002



$K_2CrO_4 \rightleftharpoons 2K^+ + CrO_4^{-2}$

0.04   0.04   0.04



$Qsp = [Ag^+]^2 [CrO_4^{-2}]$ $Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$

$Qsp = (0.002)^2 (0.04)$



$Qsp = 0.000004 \times 0.04 = 16 \times 10^{-8} = 1.6 \times 10^{-7}$ $Qsp > Ksp$ يحصل ترسيب لا

سؤال 3 - 29 ان تركيز ايون الكالسيوم في بلازما الدم يساوي 0.1 g/L فاذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي M 1×10^{-7} هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 ؟($Pk_{sp} = 8.64$) ($\log 2.24 = 0.36$).

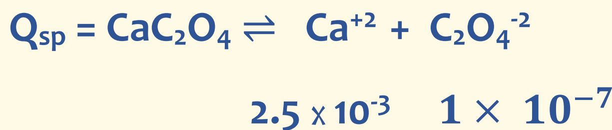
الحل /

$K_{sp} = 10^{-Pksp} = 10^{-8.64} \times 10^{+9} \times 10^{-9}$

$K_{sp} = 10^{0.36} \times 10^{-9}$

$K_{sp} = 2.24 \times 10^{-9}$

$M = \frac{m}{M} = \frac{0.1}{40} = \frac{1}{400} = 2.5 \times 10^{-3}$ M



$Q_{sp} = [Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}]$

$Q_{sp} = (2.5 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-7}) = 2.5 \times 10^{-10}$

∵ $Qsp < Ksp$ ∴ الملح لا يترسب ولكن يذوب

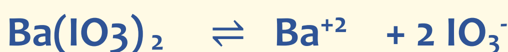
العوامل المؤثرة على الذوبانية :

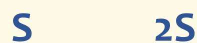
تأثير الايون المشترك :

مثال 3 - 20 ماهي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ ($K_{sp} = 1.57 \times 10^{-9}$) في A) الماء النقي (B) في محلول 0.02 M يودات البوتاسيوم KIO_3 ثم قارن النتائج.

علماً ان : $\sqrt[3]{0.3925} = 0.73$

الحل / A





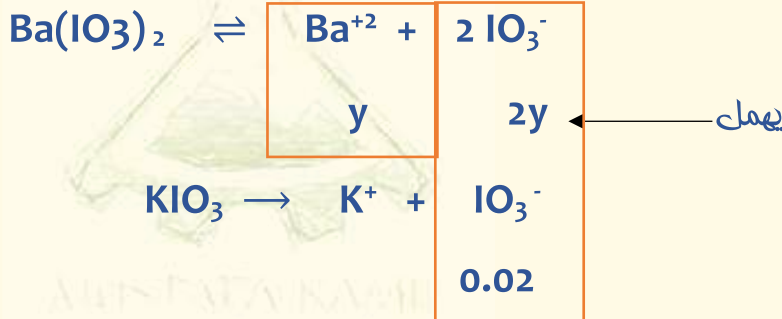
$K_{sp} = [Ba^{+2}][IO_3^{-}]^2$

$1.57 \times 10^{-9} = (S)(2S)^2$

$1.57 \times 10^{-9} = 4\,S^3 \quad \Rightarrow \quad S^3 = \dfrac{1.57 \times 10^{-9}}{4} = 0.3925 \times 10^{-9}$

$\therefore S = \sqrt[3]{0.3925 \times 10^{-9}} = 0.73 \times 10^{-3} = 7.3 \times 10^{-4}$ mol/L

- B



$K_{sp} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2$

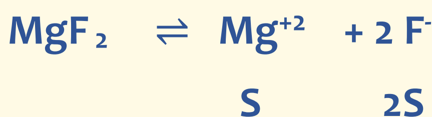
$1.57 \times 10^{-9} = y\,(0.02)^2 \quad \Rightarrow \quad S^3 = \dfrac{1.57 \times 10^{-9}}{4 \times 10^{-4}} = 3.9 \times 10^{-6}$ mol/L

نلاحظ ان الذوبانية للملح في الماء المقطر اكبر بكثير مما هي عليه في محلول KIO_3 اي بوجود الايون المشترك حيث يرجع التفاعل الخلفي فيقلل من الذوبانية . وتكون نسبة الذوبانية لهذا الملح من القانون التالي :

نسبة الذوبانية = $\dfrac{\text{الذوبانية المولارية في الماء النقي}}{\text{الذوبانية المولارية بوجود الايون المشترك}} = \dfrac{7.3 \times 10^{-4}}{3.9 \times 10^{-6}} = 1.87 \times 10^2 = 187$ مرة

تمرين 3 - 22 قيمة ثابت حاصل الاذابة لملح فلوريد المغنسيوم MgF_2 تساوي ($K_{sp} = 6.5 \times 10^{-9}$). أ- احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي. ب- احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF (الكتروليت قوي) تركيز 0.1 mol/L ثم قارن النتيجتين .

الحل / أ -



S   2S

$K_{sp} = [Mg^{+2}][F^-]^2$

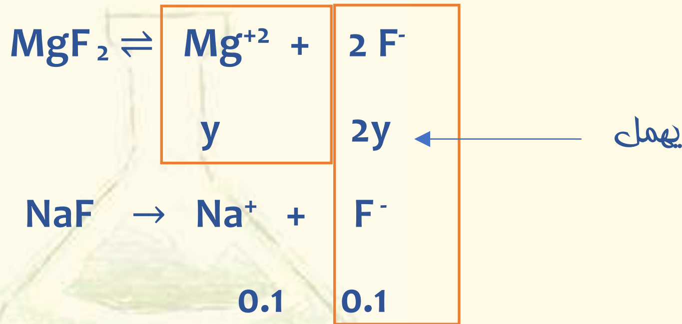
$6.5 \times 10^{-9} = (S)\,(2S)^2$

$6.5 \times 10^{-9} = 4\,S^3 \quad \Rightarrow \quad S^3 = \dfrac{6.5 \times 10^{-9}}{4}$

$\therefore S^3 = 1.63 \times 10^{-9}$ بالجذر

$S = 1.18 \times 10^{-3}$ M الذوبانية في الماء

ب-



$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$

$\quad\quad\quad\quad y \quad\quad 2y$ ← يهمل

$NaF \rightarrow Na^+ + F^-$

$\quad\quad\quad 0.1 \quad 0.1$

$K_{sp} = [Mg^{+2}][F^-]^2 = y(0.1 + 2y)^2$

$6.5 \times 10^{-9} = y(0.1)^2$

$\therefore\ y = \frac{6.5 \times 10^{-9}}{1 \times 10^{2}} = 6.5 \times 10^{-7}\ M$ الذوبانية في المزيج

المناقشة : انخفضت الذوبانية بسبب وجود الايون المشترك حيث يتجه التفاعل الى الخلف حسب قاعدة لوشاتليه فتقل الذوبانية ويزداد ترسيب الملح الشحيح الذوبان .

سؤال 15-3 ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع منه علماً بان Ksp تساوي 1.6×10^{-10} وما ذوبانيته بعد اضافة 1 ml من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه . $\sqrt{1.6} = 1.26$

الحل /



$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

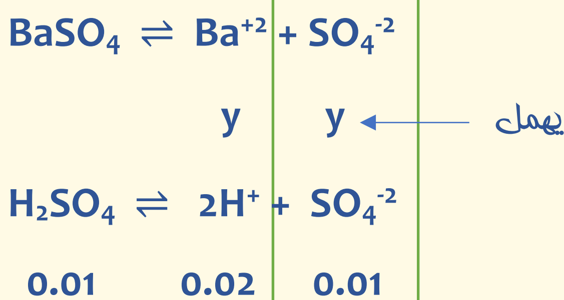
$1.6 \times 10^{-10} = S^2$

$S = 1.26 \times 10^{-5}\ mol / L$

الان نحسب المضاف من علاقة التخفيف

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

$M_2 = \frac{10 \times 1}{1000} = 0.01\ M$



$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$\quad\quad\quad\quad y \quad\quad y$ ← يهمل

$H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{-2}$

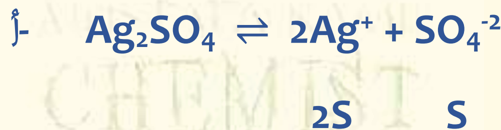
$0.01 \quad\quad 0.02 \quad\quad 0.01$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$1.6x10^{-10} = y\,(y + 0.01) \Rightarrow 1.6x10^{-10} = y\,(10^{-2})$

$y = 1.6x10^{-8}$ mol/L ذوبانية BaSO4 في المزيج

19-3 احسب الذوبانية المولارية (mole/L) والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 (PK_{sp} =4.92) (M = 314g/mol) في أ– الماء النقي ب–محلول M 0.15 كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 . ؟



أ- $Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+} + SO_4^{-2}$

2S   S

1. $Ksp = 10^{-pksp}$

$Ksp = 10^{-4.92}$

$Ksp = 10^{-4.92} x10^{+5} x10^{-5}$

$Ksp = 10^{0.08} x10^{-5}$

$Ksp = 1.2\ x10^{-5}$

2 . $K_{sp} = [Ag^{+}]^2 [SO_4^{-2}]$

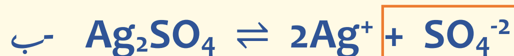
$1.2x10^{-5} = (2S)^2\,(S)$

$1.2x10^{-5} = 4\,S^3 \Rightarrow S^3 = \frac{1.2\times 10^{-5}}{4}$

$S^3 = 3x10^{-6} \Rightarrow S = 0.014$ M

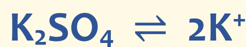
$S_{g/L} = S_{mol/L} \times M$

$S_{g/L} = 0.014 \times 314$ g/L



ب- $Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+} + SO_4^{-2}$

2y   y ← يهمل




$K_2SO_4 \rightleftharpoons 2K^{+} + SO_4^{-2}$

0.15   0.15

$K_{sp} = [Ag^{+}]^2 [SO_4^{-2}]$

$1.2x10^{-5} = (2y)^2\ 0.15$

$(2y)^2 = \frac{1.2\times 10^{-5}}{0.15} \Rightarrow (2y)^2 = \frac{0.12\times 10^{-4}}{0.15}$

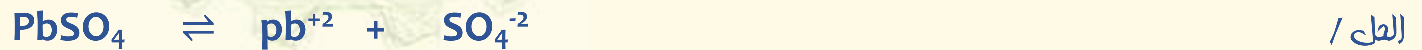
$\sqrt{(2y)^2} = \sqrt{0.8\times 10^{-4}}$

$2y = 0.89 \times 10^{-2} \Rightarrow 2y = 8.9 \times 10^{-3} \Rightarrow y = 4.4 \times 10^{-3}$ mol/L

$S_{g/L} = S_{mol/L} \cdot M = 4.4 \times 10^{-3} \times 314 = 1.38$ g/L

تمرين 3 – 18 (جديد) احسب pH لمحلول حامض الكبريتيك قبل وبعد إضافة 1mL منه الى لتر من محلول مشبع من $pbSO_4$ لتتغير ذوبانية المحلول المشبع من 1.26×10^{-4} الى 3.2×10^{-6}

الحل /



$PbSO_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + SO_4^{-2}$

$1.26 \times 10^{-4} \quad 1.26 \times 10^{-4}$

$Ksp = [pb^{+2}][SO_4^{-2}] = (1.26 \times 10^{-4})^2$

$Ksp = 1.6 \times 10^{-8}$



$PbSO_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + SO_4^{-2}$

$3.2 \times 10^{-6} \quad 3.2 \times 10^{-6}$



$H2SO4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{-2}$

X 2X X

$Ksp = [pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$1.6 \times 10^{-8} = 3.2 \times 10^{-6} (X)$

$X = \frac{1.6 \times 10^{-8}}{3.2 \times 10^{-6}} = \frac{1}{2} \times 10^{-2} M$ تركيز حامض الكبريتيك بعد الإضافة

$2X = 1 \times 10^{-2}$ M تركيز ايون الهيدروجين بعد إضافة الحامض

$PH = -\log[H^+] = -\log 10^{-2} = 2$

نجد الدالة الحامضية لحامض الكبريتيك قبل الإضافة :

$M1 . V1 = M2 . V2$

$M1 \times 0.001 = 0.005 \times 1$

$M1 = 5$ mol/ L تركيز حامض الكبريتيك قبل الإضافة



$H2SO4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{-2}$

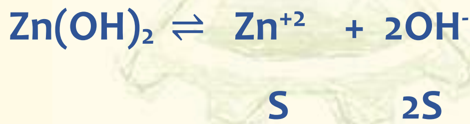
5 2(5)

قبل الاضافة $PH = -\log[H^+] = -\log 10 = -1$

تمرين 3 – 23 جديد محلول مشبع من $Mg(OH)_2$ حجمه لتر واحد ومحلول اخر مشبع من $Zn(OH)_2$ حجمه لتر أيضا . ما عدد مولات NaOH الواجب اضافتها الى احد المحلولين لتصبح قابلية ذوبان المحلولين متساوية علما ان

$Ksp\ (Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$, $Ksp\ (Mg(OH)_2) = 1.6 \times 10^{-12}$

نجد قابلية ذوبان كل مادة ونضيف هيدروكسيد الصوديوم للملح الأكثر ذوبانية لغرض خفض قابلية ذوبانه الى قيمة قابلية ذوبان المادة الثانية الاقل لتصبح قابلية ذوبانهما متساوية



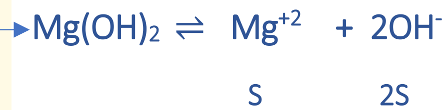
S 2S

$K_{sp} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$

$1.2 \times 10^{-17} = 4S^3$

$S^3 = \frac{1.2}{4} \times 10^{-17} = 3 \times 10^{-18}$

$S = 1.44 \times 10^{-6}$ M



S 2S

$K_{sp} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$

$1.6 \times 10^{-12} = 4S^3$

$S^3 = \frac{1.6}{4} \times 10^{-12} = 0.4 \times 10^{-12}$

$S^3 = 400 \times 10^{-15}$

$S = 7.37 \times 10^{-5}$ M

نستنتج ان قابلية ذوبان هيدروكسيد المغنسيوم هي الأكبر لذلك سنضيف اليها هيدروكسيد الصوديوم لغرض خفض قابلية ذوبانها الى 1.44×10^{-6} M



1.44×10^{-6} $2(1.44 \times 10^{-6})$ يهمل



$K_{sp} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$

$1.6 \times 10^{-12} = 1.44 \times 10^{-6} \quad (X^2)$

$X^2 = 1.1 \times 10^{-6}$

$X = 1 \times 10^{-3}$ mol عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم الواجب اضافتها

مثال 3 – 21 احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $(K_{SP}= 1.8 \times 10^{-11})$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند PH 10.5 .

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-10.5} \times 10^{+11} \times 10^{-11}$

$[H^+] = 10^{0.5} \times 10^{-11} = 3.2 \times 10^{-11}$ mol/L

$[OH^-][H^+] = 10^{-14}$

$[OH^-] = \frac{1\times 10^{-14}}{3.2\times 10^{-11}} = 3.1\times 10^{-4}$ M



$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$

S 3.1×10^{-4}

$K_{sp} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$

$1.8 \times 10^{-11} = (S)\ (3.1 \times 10^{-4})^2$

$S = \frac{1.8 \times 10^{-11}}{9.6 \times 10^{-8}} = 0.19\times 10^{-3}$

$S = 1.9 \times 10^{-4}$ M

تمرين 3 - 24 احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حامضيته عند :
A – PH= 6   **B – PH= 9** علما ان $K_{sp\ Zn(OH)_2} = 1.2\times10^{-17}$ ثم ناقش النتائج .

A- $[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-6}$

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$\therefore [OH^-] = \frac{1\times 10^{-14}}{[H^+]} = \frac{1\times 10^{-14}}{1\times10^{-6}}$

$[OH^-] = 1 \times 10^{-8}$ M



$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$

S 1×10^{-8}

$K_{sp} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$

$1.2 \times 10^{-17} = (S)\ (1\times10^{-8})^2$

$S = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{(1\times10^{-8})^2} = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{1\times10^{-16}}$

$S = 1.2\times 10^{-1} = 0.12$ M

B- $[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-9}$

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$\therefore [OH^+] = \frac{1\times 10^{-14}}{1\times10^{-9}} = 1 \times 10^{-5}$ M



$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$

S 1×10^{-5}

$K_{sp} = (S)\ (1\times10^{-5})^2$

$1.2 \times 10^{-17} = S \times 10^{-10}$

$\therefore S = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{10^{-10}} = 1.2 \times 10^{-7}$ M

مناقشة : انخفضت الذوبانية المولارية من 0.12 الى 1.2×10^{-7} مع زيادة PH اي ان الذوبانية المولارية تتناسب عكسياً مع قيمة PH . فكلما تزداد PH تقل الذوبانية وبالعكس.

20-3 مـا عـدد غرامـات ملـح كرومـات الفضـة Ag_2CrO_4 ($M = 332$ g/mole) التـي يمكـن ان تـذوب في 100mL من الماء المقطر ؟ علما بأن $K_{sp} = 1.1\ 10^{-12}$

الحل /



$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$$

$$K_{sp} = [Ag^+]^2\,[CrO_4^{-2}]$$

$$1.1\times10^{-12} = (2S)^2\,(S)$$

$$1.1\times10^{-12} = 4\,S^3 \Rightarrow S^3 = \frac{1.1\times 10^{-12}}{4}$$

$$S^3 = 0.275\times10^{-12}$$

$$S = 6.5\times10^{-5}\ M$$

$$m = M \times M \times V_L = 6.5\times10^{-5} \times 332 \times \frac{100}{1000} = 2.161\times10^{-3}\ g$$

21-3 ما ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ (الكتروليت قوي) يساوي 0.1 M ؟ اذا علمت ان $K_{sp}\,(BaCrO_4) = 1.2 \times 10^{-10}$



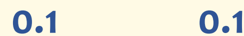
$$Ba_2CrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$



يهمل → y y



$$BaCl_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2Cl$$



0.1 0.1

$$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[CrO_4^{-2}]$$

$$1.2\times10^{-10} = 0.1 \times y$$

$$y = \frac{1.2\times 10^{-10}}{0.1} = 12\times10^{-10} = 1.2\times10^{-9}\ M$$

س/ اثرائي / اذا كان الاس الهيدروجيني للتر من محلول هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ يساوي 10.3 كم ستكون عدد مولات NaOH اللازم اضافتها للمحلول لتقليل الذوبانية المولارية لهيدروكسيد الخارصين بمقدار مائة مرة . علماً ان $\log 5 = 0.7$

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

اسئلة الفصل الثالث

1-3 المعادلة الاتية تبين حالة الاتزان بين جزيئات الماء وأيوناته :



$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

ا– هل يتاثر اتزان هذا النظام بتغير درجة الحرارة.

ب – ما قيمة ثابت الحاصل الايوني للماءعند در جة حرارة $25°C$

ج– كم هو تركيز ايون الهايدروجين و تركيز ايون الهايدروكسيد في الماء النقي ؟

الحل /

أ– نعم   ب– 1×10^{-14} ج– $[H^+]\,[OH^-] = 1 \times 10^{-7}$

4-3 ما عدد غرامات CH_3COOH $(M = 60g/mol)$ الواجب اضافتها إلى $250\ ml$ من الماء المقطر ليصبح pH المحلول بعد الاضافة 2.7 علما بإن pk_a للحامض $= 4.74$.

الحل /

نستخرج K_a

$$Ka = 10^{-pka} = 10^{-4.74} \times 10^{+5} \times 10^{-5} = 10^{0.26} \times 10^{-5}$$

$$\therefore K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$

نستخرج $[H^+]$

$$[H^+] = 10^{-PH}$$

$$[H^+] = 10^{-2.7} \times 10^{+3} \times 10^{-3}$$

$$[H^+] = 10^{-0.3} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3}\ M$$

$$K_a = \frac{[H+]^2}{[\text{الابتدائي}]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[2 \times 10^{-3}]^2}{[\text{الابتدائي}]}$$

$$\therefore [\text{الابتدائي}] = \frac{4 \times 10^{-6}}{[1.8 \times 10^{-5}]} = 0.22\ M$$

وزن CH_3COOH

$$m = M\ .\ M\ .\ V_L = 0.22 \times 60 \times 0.25 = 3.3\ g$$

5-3 اختر الجواب الصحيح:

1. ان عدد مليغرامات يودات الباريوم ($Ksp = 1.57 \times 10^{-9}$, $M = 487 g/mol$) التي يمكن ان تذوب في 150 ml من الماء النقي هي:

أ- 34.4 mg

ب - 44.4 mg

ج- 53.4 mg .

1- الاختيار ج)



$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2\,IO_3^-$$

$$S \quad\quad 2S$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[IO_3^{-1}]^2$$

$$1.57 \times 10^{-9} = S\,(2S)^2 = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{4} = 0.3925 \times 10^{-9}$$

$$S = \sqrt[3]{0.3925} \times 10^{-9} = 0.732 \times 10^{-3}\ mol/L$$

$$m = M \times M \times V_L = 0.732 \times 10^{-3} \times 487 \times \frac{150}{1000} = 0.05347\ g = 53.74\ mg$$

2. التراكيز المولاريه لايونات Na^+ و SO_4^{-2} في محلول مائي من كبريتات الصوديوم تركيزه يساوي 0.4 M هي :

أ- $[Na^-] = 0.4\ M$, $[SO_4^{-2}] = 0.4\ M$

ب- $[Na^-] = 0.2\ M$, $[SO_4^{-2}] = 0.4\ M$

ج- $[Na^-] = 0.8\ M$, $[SO_4^{-2}] = 0.4\ M$

الحل / الاختيار ج) $[Na^+] = 0.8$, $[SO_4^{-2}] = 0.4$



$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2\,Na^+ + SO_4^{-2}$$

$$0.4 \quad\quad 2 \times 0.4 \quad\quad 0.4$$

3. قيم PH و POH لمحلول 0.05 M هيدروكسيد الصوديوم هي :

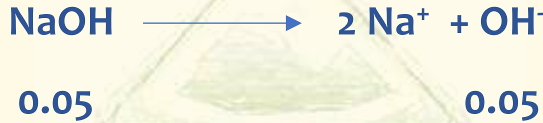
أ- POH= 12.7 , PH= 1.3

ب- POH = 7.0 , PH= 7.0

ج- POH = 1.3 , PH = 12.7

الحل /

– الاختبار ج)   POH = 1.3 , PH= 12.7



$NaOH \longrightarrow 2\,Na^{+} + OH^{-}$

0.05   0.05

$POH = -\log [OH^{-}]$

$POH = -\log 5\times10^{-2} = -0.7 + 2 = 1.3$

$PH = 14 - 1.3 = 12.7$

4. ان قيمة **POH** لمحلول نترات الامونيوم المائية بتركيز **0.5 M** تساوي:

أ- 7.00   ب- 9.22   ج- 4.78

الحل /

الاختبار ب)

$pH = \frac{1}{2}[\,pk_w - pk_b - \log c\,]$

$\log 0.5 = -0.3$

$pH = \frac{1}{2}[\,14 - 4.74 - (-0.3)] = \frac{1}{2}\,(14 - 4.74 + 0.3) = \frac{9.56}{2} = 4.7$

اسئلة التطبيقي الجديدة

سؤال 6 ذوبانية **AgCl** في محلوله المائي المشبع 1.34×10^{-5} احسب :

-1 ذوبانية في **0.1 M** من $CaCl_2$

-2 بين هل يترسب **AgCl** في محلول يحتوي على ايونات Cl^{-} ، Ag^{+} كلاً منهما بتركيز 1×10^{-6} M ولماذا ؟

نستخرج **ksp** من المحلول المشبع



$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$

$Ksp = [Ag^{+}][Cl^{-}] = s^{2}$

$Ksp = (1.34 \times 10^{-5})^{2} \Rightarrow Ksp = 1.79 \times 10^{-10}$

-1 الذوبانية في الايون المشترك



$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$

يهمل ← y $\quad y$



$CaCl_2 \rightarrow Ca^{+2} + 2Cl^{-}$

$2\ (0.1)$

$$Ksp = y(y+0.2) \Rightarrow Ksp = y(0.2)$$

$$\therefore y = \frac{Ksp}{0.2} = \frac{1.79\times10^{-10}}{2\times10^{-1}} = 0.895\times10^{-9} \simeq 9\times10^{-10}\ M$$

-2 نستخرج Qsp

$$Qsp = [Ag^{+}][Cl^{-}] = (1\times10^{-6})^2$$

$$Qsp = 1\times10^{-12}$$

$$\because Ksp = 1.79\times10^{-10}$$

$\therefore\ Qsp < Ksp$ اي انه لا يترسب

سؤال 16 لتر من محلول يحتوي 0.1 M من كل من Sr^{+2} و Ba^{+2} اضيفت اليه كمية من Na_2SO_4 الصلب ايهما يترسب اولاً $BaSO_4$ ام $SrSO_4$ بين ذلك رياضياً . ولماذا ؟ علماً ان :

$(ksp_{SrSO_4} = 3.8\times10^{-7}$ ، $ksp_{BaSO_4} = 1.6\times10^{-10})$



$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$0.01 \quad [SO_4^{-2}] \quad 0.01 = 10^{-2}$

$$Ksp = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$1.6\times10^{-10} = 10^{-2}\,[SO_4^{-2}]$$

$$[SO_4^{-2}] = 1.6\times\frac{10^{-10}}{10^{-2}}$$

$[SO_4^{-2}] = 1.6\times10^{-8}\ M$ اقل



$SrSO_4 \rightleftharpoons Sr^{+2} + SO_4^{-2}$

$0.01 \quad [SO_4^{-2}]$

$$Ksp = [Sr^{+2}][SO_4^{-2}]$$

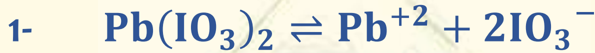
$$3.8\times10^{-7} = 10^{-2}\,[SO_4^{-2}]$$

$$[SO_4^{-2}] = 3.8\times\frac{10^{-7}}{10^{-2}}$$

$[SO_4^{-2}] = 3.8\times10^{-5}\ M$ اكبر

$\because$ $BaSO_4$ يحتاج تركيز اقل من $[SO_4^{-2}]$ ليتكون راسب $\therefore$ $BaSO_4$ يترسب اولاً .

سـؤال 20 الـذوبا نية الـمـولاريـة لــــــ $Pb(IO_3)_2$ فـي مـحـلـول 0.1 M مـن $NaIO_3$ تسـاوي $2.4 \times 10^{-11} mol / L$ احسب الذوبانية المولارية لـ $Pb(IO_3)_2$ في محلوله المائي المشبع

1- 

$$Pb(IO_3)_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2IO_3^{-}$$

Y $\quad 2y$ ← تهمل



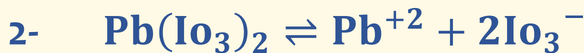
$$NaIO_3 \longrightarrow Na^{+} + IO_3^{-}$$

0.1 ايون مشترك

$$ksp = y(2y + 0.1)^2$$

$$ksp = y(0.01)$$

$$ksp = 2.4 \times 10^{-11} \times 10^{-2} = 2.4 \times 10^{-13}$$

2- 

$$Pb(Io_3)_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2Io_3^{-}$$

s $\quad 2s$

$$ksp = [Pb^{+2}][Io_3^{-}]^2$$

$$ksp = s(2s)^2 \Rightarrow \quad ksp = 4s^3$$

$$2.4 \times 10^{-13} = 4s^3 \quad \Rightarrow \quad s^3 = \frac{2.4}{4} \times 10^{-13}$$

$$s^3 = 0.6 \times 10^{-13}$$

$$\therefore s^3 = 6 \times 10^{-14} \Rightarrow s^3 = 60 \times 10^{-15} \Rightarrow s = 3.9 \times 10^{-5} \text{ M}$$

سـؤال21 الاس الهيـدروجيني لمحلـول مشبـع مـن $Fe(OH)_2$ يسـاوي 9.5 احسـب ذوبانيتـه فـي محلـول لـه ثبّت حامضيته عند $PH = 10$ ؟ (مرشح هذا العام).

الحل/

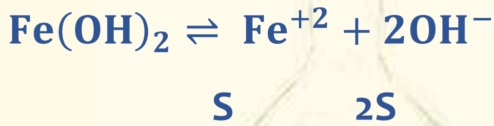
1- $PH = 9.5 \Rightarrow POH = 14 - 9.5 \Rightarrow POH = 4.5$

$$[OH^{-}] = 10^{-POH} = 10^{-4.5}$$

$[OH^-] = 10^{-4.5} \times 10^{+5} \times 10^{-5}$

$[OH^-] = 10^{-0.5} \times 10^{-5} = 3 \times 10^{-5}$ M

$Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{+2} + 2OH^-$



S 2S

$2S = 3 \times 10^{-5}$

$S = 1.5 \times 10^{-5}$ M

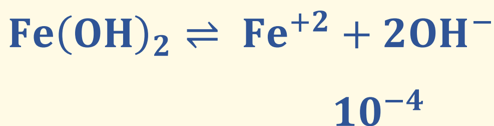
$ksp = [Fe^{+2}][OH^-]^2$

$ksp = S\,(2S)^2 = 4S^3 = 4\left(1.5 \times 10^{-5}\right)^3$

$ksp = 4 \times 3.375 \times 10^{-15} = 13.5 \times 10^{-15}$

2- $PH = 10 \Rightarrow POH = 4 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-4}$

$Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{+2} + 2OH^-$



10^{-4}

$ksp = [Fe^{+2}][OH^-]^2$

$13.5 \times 10^{-5} = S(10^{-4})^2$

$S = \frac{13.5\times10^{-15}}{10^{-8}} \Rightarrow S = 13.5 \times 10^{-7}$ M

$S = 1.35 \times 10^{-6}$ M

سـؤال 22 احسـب التغير في الاس الهيدروجيني لمحلول من الفينول تركيزه 0.2 M بعد تخفيفه بالماء لمئة مرة ؟ علماً بأن ثابت تأين الفينول = 1.3×10^{-10} اعتبر $\sqrt{26} = 5$, log5 = 0.7

-1 قبل التخفيف



C_6H_5OH	$\rightleftharpoons$	$C_6H_5O^-$	+	H^+
0.2		0		0
-X		+X		+X
(0.2 -X)		X		X

$$K_a = \frac{[H^+][C_6HSO^-]}{[C_6HSOH]} \Rightarrow K_a = \frac{[H^+]^2}{[\text{الاصلي}]}$$

$$1.3 \times 10^{-10} = \frac{[H^+]^2}{0.2}$$

$$[H^+]^2 = 1.3 \times 0.2 \times 10^{-10} \Rightarrow [H^+]^2 = 0.26 \times 10^{-10}$$

$[H^+]^2 = 26 \times 10^{-12}$ بالجذر

$$[H^+] = 5 \times 10^{-6}$$

$$PH_1 = -\log[H^+] = -\log 5 \times 10^{-6} = 6 - 0.7 = 5.3$$

$\therefore PH_1 = 5.3$ قبل التخفيف

2- بعد التخفيف لمئة مرة

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$0.2 \times 1 = M_2 \times 100$$

$$M_2 = \frac{0.2}{100} = 0.002\ M$$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[\text{الاصلي}]}$$

$$[H^+]^2 = K_a * [\text{الاصلي}]$$

$$[H^+]^2 = 1.3 \times 10^{-10} \times 0.002$$

$$[H^+]^2 = 1.3 \times 10^{-10} \times 2 \times 10^{-3}$$

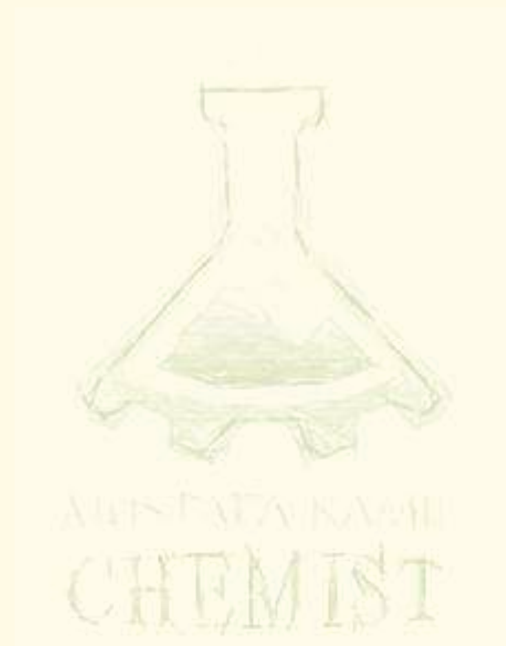
$$[H^+]^2 = 2.6 \times 10^{-13}$$

$[H^+]^2 = 26 \times 10^{-14}$ بالجذر

$$[H^+] = 5.1 \times 10^{-7}$$

$$\therefore PH_2 = -\log[H^+]$$

$$PH_2 = -\log 5.1 \times 10^{-7} = 7 - 0.7 = 6.3$$



$PH_2 = 6.3$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 6.3 - 5.3 = 1$

سؤال 23 محلول من حامض ضعيف النسبة المئوية لتأينه 1% و PH = 2.7 مزج مع ملحه المشتق منه تركيزه 0.1 M ما PH المحلول الناتج بعد المزج ؟

$PH = 2.7$

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2.7} \times 10^{+3} \times 10^{-3}$

$[H^+] = 10^{-0.3} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} M$

النسبة المئوية للتفكك = $100 \times \frac{[H^+]}{[\text{الاصلي}]}$

1 % = $\frac{2\times10^{-3}}{[\text{الاصلي}]} \times 100$ %

$[\text{الاصلي}] = [acid] = 2 \times 10^{-3} \times 100 = 2 \times 10^{-1} = 0.2\ M$

$K_a = \frac{[H^+]^2}{[\text{الاصلي}]} = \frac{(2\times10^{-3})^2}{2\times10^{-1}} = \frac{4}{2} \times 10^{-6} \times 10^{+1}$

$K_a = 2 \times 10^{-5}$

$PK_a = -\log K_a = -\log 2 \times 10^{-5} = 5 - 0.3 = 4.7$

$PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.7 + \log \frac{0.1}{0.2}$

$PH = 4.7 + \log \frac{1}{2} = 4.7 + \log 1 - \log 2$

$PH = 4.7 - 0.3 = 4.4$

سؤال 24 اضيف 0.05 mol من محلول $Ba(OH)_2$ مرة الى لتر من الماء المقطر ومرة اخرى الى لتر من محلول مكون من HCN و NaCN كل منهما بتركيز 0.3 M كم سيكون مقدار التغيير في قيمة PH في الحالتين علماً ان Ka لـ HCN = 6×10^{-10} ؟

الحل /

1- $PH_1 = 7$ (الماء المقطر)

2- PH_2 = (قاعدة قوية)



$$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$

0.05 0 0

0 0.05 2 (0.05) = 0.1 M

$$POH = -\log[OH^-] = -\log 0.1 = -\log 10^{-1} = 1$$

$$PH = 14 - POH = 14 - 1 = 13$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 13 - 7 = 6$$

3- $PH_1 =$ بفر قبل الاضافة



$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$



$$NaCN \rightarrow Na^+ + CN^-$$

$$PKa = -\log Ka$$

$$PKa = -\log 6 \times 10^{-10}$$

$$PKa = -10 - 0.8 \Rightarrow PKa = 9.2$$

$$PH1 = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH1 = 9.2 + \log\frac{0.3}{0.3} = 9.2 + \log 1 = 9.2$$

$PH2 = Ba(OH)_2$ بفر بعد إضافة قاعدة قوية

ابتعد عن الأشخاص الذين
يحاولون التقليل من طموحاتك



$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$



$$NaCN \rightarrow Na^+ + CN^-$$



$$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$

$$PH2 = 9.2 + \log\frac{0.3 + 0.1}{0.3 - 0.1} \Rightarrow PH2 = 9.2 + \log\frac{0.4}{0.2}$$

$$PH2 = 9.2 + \log 2 = 9.2 + 0.3 = 9.5$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.5 - 9.2 = 0.3$$

الاسئلة الوزارية من العام 2013 الى 2019

2013 / التمهيدي

*عرّف : محلول بفر
*محلول هيدروكسيدُ الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيزٌ 0.05 M فإن PH المحلول = ...

*تمرينٌ 17 – 3 / احسب الذوبانيةُ المولاريةُ والذوبانيةُ بدلالة (g/L) لملح كلوريدُ الفضة (AgCl (M = 143.5 g/mol) في محلوله عند حالة الاتزان اذا علمت ان(KSP = 1.8 x 10-10)

*تمرينٌ 13 – 3 / احسب قيمّة الاس الهيدروجينّي لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيزٌ (0.15 mol/L) و NH_4Cl بتركيزٌ (0.3 mol/L) علما ان PKb NH_3= 4.74 ، log 1.6=0.2 , log1.8=0.26

الدور الاول / 2013

*عرّف : محلول بفر
*علل : / عند اذابة املاح مشتقة من قواعد قوة وحوامض ضعيفةٌ في الماء يكّون المحلول الناتج ذا صفة قاعديةٌ دائما ؟

*تمرينٌ 12 – 3 :ما التأثيرُ الناتج من إضافة (26.7g)(0.5 mol) من ملح كلوريدُ الأمونيوم الى لتر واحد من محلول الأمونيا بتركيزٌ 0.1 M على درجة تفكك القاعدة؟ إذا علمت أن ثابت تفكك القاعدة الضعيفةُ $Kb\ (NH_3) = 2 \times 10^{-5}$

*س 29 – 3 : إن تركيزٌ أيوّن الكالسيوم (M = 40 g/mol) في بلازما الدم يسّاوي 0.1 g/L ، فإذا كان تركيزٌ أيوّن الأوكزالات منه يسّاوي 1×10^{-7} M ، هل تتوقع أن تترسب أوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4؟ (pKsp = 8.64 ، log 2.3 = 0.36)

الدور الثاني / 2013

*علل : تكون المحاليلُ المائيةُ لاملاح الحوامض والقواعد القويةُ متعادلة ؟ ص 123

س 13-3: مزيجٌ بفري مكون من حامض النتروز (HNO_2) $Ka\ (HNO_2) = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيزٌ 0.12M ونتريتُ الصوديوم بتركيزٌ 0.15 M ؟ 1- احسب الأس الهيدروجينيّ للمحلول 2- أحسب قيمّة pH المحلول الناتن بعد إضافة 1 g من هيدروكسيدُ الصوديوم (M = 40 g/mol) الى لتر واحد من محلول بفر
log 2 = 0.3 , log 1.8 = 0.255 , log 5 = 0.7 , log 4.5= 0.65 .

تمرينٌ 20 – 3 : احسب ذوبانيةُ هيدروكسيدُ الخارصينُ في محلول ثبتت حامضيتّه عند أ- (pH = 6) ب - (pH = 9) ، إذا علمت أن $Ksp\ Zn(OH)_2 = 1.2 \times 10^{-17}$ ، وناقش النتيجةً.

الدور الثالث / 2013

*علل : تزداد درجة التأينٌ الضعيفٌ عند التخفيفٌ

*س 3 - 27 إذا علمت أن درجة تفكك 0.1 M حامض الهيدٌروسيانيكٌ تساوي 0.01 %. كم هو ثابت تأينٌ الحامض؟

*س /18-3 احسب كتلة كلوريدٌ الامونيوٌم (M = 53.5 g/mole) الواجب إضافتها الى 500 mL من محلول 0.15 M أمونياٌ لجعل قيمٌة pH المحلول تساوي 9 ($\log 1.8 = 0.26$., $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$)

*مثال / 21-3 احسب الذوبانية المولاريةٌ لـ$Mg(OH)_2$ (K_{SP} $Mg(OH)_2 = 1.8 \times 10^{-11}$) في محلول ثبتت درجة حموضته عند PH= 11

التمهيدٌي / 2014

*ما الصفات المميزٌة للالكترو ليتّات ؟

*علل : / محاليلٌ الاملاح المشتقة من قواعد قويةٌ وحوامض ضعيفٌة تكون ذات صفة قاعدية ٌ؟

س / اذا علمت ان النسبة المئويةٌ لتفكك 0.1 M حامض الهيدٌروسيأنيكٌ HCN تساوي 0.01% فما قيمٌة PH المحلول عند اضافة 0.2 M سيأنيدٌ البوتاسيوٌم KCN اليهٌ ؟ علما ان $\log 2 = 0.3$

س / احسب قيمٌة POH لمحلول نترات الامونيوٌم (PK_b $(NH_3) = 4.74$) بتركيزٌ 0.5M

س 19-3 / احسب الذوبانيةٌ المولاريةٌ لملح كبريتٌات الفضة Ag_2SO_4 الكتلة الموليةٌ له تساوي (316 g/mole)و $PK_{sp} = 4.42$ في: 1 – الماء النقي 2 - محلول 0.15M K_2SO_4.

الدور الاول / 2014

*علل (ص 127) : تكون المحاليلٌ المائيةٌ لاملاح القواعد الضعيفٌة والحوامض القويةٌ ذات صفات حامضيةٌ ؟

س 3-14/ اذا كانت هناك حاجة لتحضيرٌ محلول بفر ذو PH = 9 من مزج NH_3 و NH_4Cl كم يجٌب ان تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$ علما ان K_b $(NH_3) = 2 \times 10^{-5}$ و $\log 2 = 0.3$)

س 3-27 / احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة g/L لهيدٌروكسيدٌ الخارصينٌ $Zn(OH)_2$ اذا علمت ان K_{sp} تسٌاوي 1.2×10^{-17} (M = 99.4 g/mole)

الدور الثاني / 2014

علل : / تكون محاليلٌ الاملاح المشتقة من الحوامض القويةٌ والقواعد قويةٌ محاليلٌ متعادلة

تمرين 3-19/ ما اقل دالة حامضية PH لمحلول يحتوي ايونات الحديد (III) بتركيز M $2x10^{-10}$ التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد (III) بالظهور في المحلول علما ان $KSP = 5 \times 10^{-38}$ $\sqrt[3]{250} = 6.3$ ، log 1.58 = 0.201

س 3-12 / أحسب كتلة ملح خلات الصوديوم اللازم إضافتها الى لتر واحد من محلول حامض الخليك 0.125M M = 82 (g/mol) للحصول على محلول بفرتكون قيمة دالته الحامضية pH = 4.74 علما ان ثابت تفكك حامض الخليك يساوي 1.8×10^{-5} , log 1.8 = 0.26

الدور الثالث / 2014

س / أحسب مقدار التغير في قيمةPH بعد اضافة 0.1 M من محلول هيدروكسيد الصوديوم الى لتر من بفرمكون من حامض CH3COOH CH3COONa وخلات الصوديوم تركيز كل منهما 0.01 علما ان : $KaCH_3COOH = 1.8 \times 10^{-5}$ (log 1.2 = 0.08 , log11 = 1.04 ، log log 3 = 0.477)

س / اذا علمت ان الذوبانية المولارية لكرومات الباريوم (BaCrO4) في محلوله المائي المشبع تساوي 1.2×10^{-5} M ما عدد مولات كرومات البوتاسيوم (K2CrO4) التي يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل تركيز ايونات البار يوم 1.44×10^{-8} M

س / احسب مقدار التغير في PH بعد اضافة 0.01 Mمن محلول هيدروكسيد الصوديوم الى لتر من محلول بفر من حامض الخليك وخلات الصوديوم تركيزهما 0.1 M وان $Ka\ CH_3COOH = 1.8 \times 10^{-5}$

2015 / تمهيدي

س / بين متى مع ذكر السبب : تزداد درجة تفكك الكتروليت ضعيف ؟

ج / عند تخفيف المحلول يزاح موضع الاتزان الى موضع جديد لكي يقلل من تأثير المؤثر الخارجي (التخفيف اضافة الى المتفاعلات) فينزاح نحو النواتج وبذلك تزداد تفكك المذاب (الالكتروليت الضعيف) اي يتأين وهذه العملية تؤدي الى نقصان في كمية الجزء غير المتفكك وزيادة في كمية الجزء المتفكك في وحدة الحجم

س / نصف لتر من محلول HCN 0.1 M و 0.3 M . KCN احسب مقدار التغير في PH عند اضافة 0.025 mole من H2SO4علما ان. PKa = 9.31

س / ذوبانية PbSO4 في محلوله المائي المشبع 1×10^{-4} M كم مليلتر من حامض الكبريتيك بتركيز 10 M يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل ذوبانيته 10^{-6}

2015 / د1

علل : محاليل الاملاح المشتقة من القواعد القوية والحوامض الضعيفة تعد محاليل قاعدية

س / احسب مقدار التغير في PH بعد اضافة 0.01 Mمن حامض الكبريتيك H_2SO_4 الى لتر من محلول بفر من حامض الخليك وخلات الصوديوم تركيز كل منهما 0.1 Mوان $Ka\ CH_3COOH = 1.8 \times 10^{-5}$

س / اذا علمت ان قابلية ذوبان ملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ تساوي 3.9×10^{-4} في الماء النقي , احسب قابلية ذوبانه في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز 0.02M

2015 / د2

س / احسب التغير في قيمة PH بعد اضافة 0.025 M من محلول $Ba(OH)_2$ الى 1 L من محلول بفر مكون من 0.1M NH_3 و 0.3 M NH_4Cl علما ان $Kb\ NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$

س / اذا علمت ان لتر واحد من محلول مائي مشبع يحوي 0.0025 g من ملح BaS الذائب (M = 233 g/mole)
احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة ksp له

2015 / د3
س / احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ (M = 99.4 g/mole)
اذا علمت ان Ksp تساوي 1.2×10^{-17}
س / علل : محاليل الاملاح المشتقة من القواعد القوية والحوامض الضعيفة تعد محاليل قاعدية.
س 3 - 13/ احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.2 M و NH_4Cl بتركيز 0.4 M وقارن النتيجة مع قيمة PH محلول الامونيا ذي تركيز 0.2 M علما ان. Pkb = 4.7

2016 / تمهيدي

علل : تزداد درجة تاين الالكتروليت الضعيف عند التخفيف.

2016 / تمهيدي   2013 / د2

س / ما قيمة الاس الهيدروجيني لمزيج بفري مكون من حامض النتروز HNO_2 (Ka HNO_2 = 4.5×10^{-4}) بتركيز 0.12 M ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15 M ثم احسب قيمة PH للمحلول الناتج بعد اضافة 1 g من NaOH (M = 40 g/mol) الى لتر من محلول البفر.

2016 / تمهيدي   2015 / د3

س / احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة g/L لهيدروكسيد الخارصين (M = 99.4 g/mole) $Zn(OH)_2$ اذا علمت ان Ksp تساوي 1.2×10^{-17}

2016 / د1

س / احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH
1) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا وكلوريد الامونيوم تركيز كل منهما 0.1 M.
2))بعد اضافة 2 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 5 M ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH علما
$Kb\ (NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$
س / ما ذوبانية كبريتات الرصاص ؟
1 . -في المحلول المائي المشبع (الماء النقي) 2 . بعد اضافة 2 mL من Na_2SO_4 تركيزه 10 مولاري الى لتر من المحلول المشبع منه علما ان $Ksp\ (PbSO_4) = 1.6 \times 10^{-8}$
س / يكون المحلول المائئ لملح NaCl متعادلا لانه ملح مشتق من------------

س / محلول مائي ل $Ca(OH)_2$ تركيزه 0.05 M فان قيمة PH له------------

2016 / د2

س / اذا علمت ان الذوبانية المولارية لكرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلوله المائي المشبع تساوي 1.1×10^{-5} M ماعدد مولات كلوريد الباريوم $BaCl_2$ التي يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل تركيز ايونات الكرومات 1.21×10^{-8} M

س / احسب كمية كلوريدٌ الامونيوّم (M = 53.5 g/mole) NH4Cl الواجب اضافتها الى ربع لتر من محلول M 0.2 امونياً لجعل PH المحلول تساوي 9 (علما ان ثابت تفكك الامونياً $Kb = 1.8 \times 10^{-5}$)

2016 / د3

س / يٍنٌتج عن ذوبان الالكتروليتّات القوية في الماء محاليلٌ عاليةٌ التوصيلٌ للكهربائيةٌ

ج / وذلك لأنها تتفكك بصورة تامة الى ايونات موجبة وسالبة والتي لها القدرة على التوصيل الكهربائي

س / احسب مقدار التغيرٌ في PH بعد اضافة 2 g من هيدٌروكسيدٌ الصوديوّم NaOH (M= 40 g/mole) الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليكٌ وخلات الصوديوّم تركيزٌ كل منهما 0.2 M علما ان $Ka\ CH_3COOH = 1.8 \times 10^{-5}$

س / اذا علمت ان ذوبانيةٌ ملح كرومات الباريوّم $BaCrO_4$ تساوي 1.1×10^{-5} M في محلولها المائي المشبع , احسب ذوبانيتٌها في محلول تكوّن فيهٌ تركيزٌ كلوريدٌ الباريوّم $BaCl_2$ يسٌاوي 0.1M

2017 / تمهيدي

س / احسب كتلة ملح خلات الصود وٌم (M = 82g/mole) اللازم اضافتها الى 500 ml من محلول 0.2 M حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمٌة PH له تساوي 5 وان PKa = 4.7.

علل / الالكتروليتّات القويةٌ محاليلٌها عاليةٌ التوصيلٌ للكهربائيةٌ.

س / عند اضافة 1 ml من NaOH تركيزٌه 10 M الى لتر من الماء فاني Δ PH تسٌاوي ....

س / اذا علمت ان ذوبانيةٌ $BaSO_4$ في محلولها المائي المشبع تساوي 1.26×10^{-5} mol/L احسب ذوبانيتٌها بعد اضافة 2 ml من H_2SO_4 تركيزٌه 5 M الى لتر من المحلول المشبع منه.

2017 / د1

س 3-2 / جد مقدار التغيرٌ في قيمٌة PH للماء عند اضافة 1 ml من HCl تركيزٌه 1 o M الى لتر من الماء

تمرين 3-3/ احسب تركيزٌ ايوّن الهيدٌروجينٌ المائي في المحلول المائي للفينٌول
C_6H_5OH ($Ka = 1.3 \times 10^{-10}$) تركيزٌه 1) 0.3 M 2) بعد تخفيفٌه لمئة مرة . علما ان $\sqrt{0.39} = 0.62$

س / احسب الذوبانيةٌ المولاريةٌ (mole/L) والذوبانيةٌ بدلالة (g/L) لكبريتٌات الباريوّم في محلولها المائي المشبع M = 233 g/mole وان $Ksp = 1.6 \times 10^{-10}$ ثم احسب ذوبانيتٌها المولاريةٌ بعد اضافة 1 ml من H_2SO_4 تركيزٌه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه علما ان $\sqrt{1.6} = 1.26$

2017 / د2

عرف / حامض ضعيف متعدد البروتون





س 3-12/ احسب كتلة ملح خلات الصوديوم (M = 82g/mole) اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول 0.12 M حامض الخليكٌ للحصول على محلول بفر تكون قيمةPH .. له تساوي 4 علماً ان $Ka\ CH_3COOH = 1.8 \times 10^{-5}$ وان log 1.8 = 0.2

س 3-21 / بتصرف / اذا علمت ان ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ تساوي $1.2 \times 10^{-8}\ mol / L$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ يساوي 0.01 M احسب ذوبانية المولارية في محلولها المائي المشبع علماً ان $\sqrt{1.12} = 1.1$

2017 / د3

س / ما ذوبانية $PbSO_4$ في محلول مائي مشبع منه $Ksp = 1.6 \times 10^{-8}$ وما ذوبانيتّه بعد اضافة 2 ml من H_2SO_4 تركيزٌه 5 M الى لتر من المحلول المشبع منه علما ان $\sqrt{1.6}$ = 1.26

س / احسب قيمٌة الاس الهيدٌروجينيٌ PH لمحلول يحٌتوي على حامض الخليكٌ CH_3COOH بتركيزٌ 0.18 M وخلات الصوديوٌم CH_3COONa بتركيزٌ 0.36 M ثم قارن النتيجٌة مع قيمٌة PH لحامض الخليكٌ بتركيزٌ 0.18 M علما ان $ka\ CH_3COOH = 1.8 \times 10^{-5}$ وان log2 = 0.3 و log1.8 = 0.26

س / ان قيمٌة PH للمحلول المائي لنترات الصود يوٌم تركيزٌه 0.1 M هو 1 او 11 او..

2018 / د 1 (احيائي)
س / ما تأثير الاس الهايدروجيني على الذوبانية
فراغ / لتر من مجلول نترات الامونيوم $[NH_4NO_3]$ pH له يساوي (4) فأن $[H^+]$ له يساوي ....
تمرين 3 - 15 / بتصرف / احسب مقدار التغيرفي قيمة الاس الهيدروجيني Ph بعد أضافة 1 mL من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M الى محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1 M ، وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.1 M علماً ان $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$ (اهمل التغير الحاصل في حجم المحلول بعد اضافة الحامض القوي) log 1.8 = 0.26 , log 1.5 = 0.18

2018 / د 1 (تطبيقي)
سؤال 3-22 / احسب التغير في الاس الهيدروجيني لمحلول من الفينول تركيزه 0.2 M بعد تخفيفه بالماء لمئة مرة .؟
علماً بأن ثابت تأين الفينول = 1.3×10^{-10} اعتبر $\sqrt{26} = 5$, log5 = 0.7

تمرين 3 – 16 هل يتكون راسب من $[BaSO_4]$ عند مزج 10 ml من 0.01 M محلول يحتوي ايونات SO_4^{-2} و 10 ml من 0.001 M محلول يحتوي ايونات Ba^{+2} علماً ان $Ksp\ (BaSO_4) = 1.2 \times 10^{-5}$ بين ذلك حسابياً ولماذا ؟

2018 / د 2 (احيائي)
3-15 / اذا علمت ان ذوبانية $BaSO_4$ بعد اضافة 1 ml من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه تساوي 1.6×10^{-8} احسب ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع $\sqrt{1.6} = 1.26$

س / ما تركيز خلات الصوديوم في محلول يحتوي اضافة الى الملح حامض الخليك تركيزه 0.02 M للحصول على محلول لتكون قيمة PH له = 4.74 ثم احسب pH للمحلول اعلاه بعد اضافة 2 ml من محلول حامض الهايدروكلوريك تركيزه 5 M (اهمل التغير الحاصل للحجم بعد الاضافة) علما ان ثابت تفكك حامض الخليك = 1.8×10^{-5}

(log3 = 0.48 ,log 2 = 0.3 , log1.8 = 0.26)

2018 / د 2 (تطبيقي)

3 - 19 / بتصرف / محلول بفر يتكون من M 0.04 من NH4CL و M 0.02 من NH3 .اضيف الى لتر من المحلول g 0.8 من NaOH (M = 40 g/mol) احسب مقدار التغير ب PH علماً بان $Kb\ (NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ log2 = 0.3 , log1.8 = 0.26

3 – 20 / الذوبانية المولارية لـ $Pb(IO_3)_2$ في محلول 0.1 M من $NaIO_3$ تساوي $2.4 \times 10^{-11} mol\ /\ L$ احسب الذوبانية المولارية لـ $Pb(IO_3)_2$ في محلوله المائي المشبع علماً ان $\sqrt[3]{\sqrt{60}} = 3.9$

2018 / د 3 (احيائي)

علل / يقل تفكك HF عند اضافة NaF اليه .

س / مزج 80 ml من محلول 2×10^{-6} M نترات الباريوم $Ba(NO_3)_2$ مع 20 ml من كحلول 5×10^{-5} M كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 هل يحصل ترسيب ام لا لكبريتات الباريوم اذا علمت ان الذوبانية المولارية ل $BaSO_4$ في محلوله المائي المشبع تساوي تقريباً 1×10^{-5} M ؟ بين ذلك حسابياً

3 – 13 / بتصرف / احسب مقدار التغير في قيمة ال PH بعد اضافة (0.05 mol) من هيدروكسيد الصوديوم الى (2 L) من محلول بفري مكون من حامض النتروز (HNO_2) $k_a = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز 0.12 M ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15 M. (log4.5 = 0.65 , log1.25 = 0.1 , log1.85 = 0.26)

2018 / د 3 (تطبيقي)

3 - 24 / اضيف 0.05 mol من محلول $Ba(OH)_2$ مرة الى لتر من الماء المقطر ومرة اخرى الى لتر من محلول مكون من HCN و NaCN كل منهما بتركيز M 0.3 كم سيكون مقدار التغيير في قيمة PH في الحالتين علماً ان Ka لـ HCN = 6×10^{-10} ؟ (log6 = 0.78 , log2 = 0.3)

س / ذوبانية $BaSO_4$ في محلوله المائي المشبع 1.265×10^{-5} mol/L , احسب :

1) ذوبانيتها في 0.01 M H_2SO_4 .

2) بين هل تترسب $BaSO_4$ في محلول يحتوي على ايونات Ba^{+2} , SO_4^{-2} كلا كنهما بتركيز 1×10^{-3} M ؟ ولماذا.

الاسئلة الوزارية ما قبل 2013

2003 دور 1 / اناء يحتوي على محلول لحامض ضعيف ذي PH يساوي 3 ويحتوي اناء اخر محلول ملحه له يساوي 9 فاذا علمت ان تركيزهما متساو . احسب Ka للحامض وتركيز كل من الحامض وملحه ؟

الحل /









$[H^+] = 10^{-Ph} \quad = 10^{-3}\ M$

$$Ka = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]} = \frac{10^{-6}}{Y} \ldots\ldots(1)$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{Kw \times Ka}{C}} \Rightarrow 10^{-9} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times \frac{10^{-6}}{Y}}{Y}}$$ بالتربيع

$$10^{-18} = \frac{10^{-14} \times \frac{10^{-6}}{Y}}{Y} \Rightarrow 10^{-18} \times Y = \frac{10^{-20}}{Y} \Rightarrow$$

$$Y^2 = \frac{10^{-20}}{10^{-18}}$$ بالجذر $$\Rightarrow \quad Y = 10^{-1}$$

1996 دور 1/ احسب PH المحلول الناتج من اضافة محلول خلات البوتاسيوم $[OH^-]$ فيه $(10^{-5}M)$ الى محلول حامض الخليك تركيزه $(0.01M)$ مع العلم ان $(Ka=10^{-5})$

الحل / بعد اضافة خلات البوتاسيوم الى حامض الخليك يتكون ايون مشترك .

$$PKa = -\log 10^{-5} = 5 \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{[oH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{Kw \times Ka}{C}} \Rightarrow 10^{-9} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 10^{-5}}{C}}$$

$$10^{-18} = \frac{10^{-19}}{C} \quad \Rightarrow C = \frac{10^{-19}}{10^{-18}} = 0.1M$$

$$PH = PKa + \log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 5 + \log\frac{0.1}{0.01}$$

$$PH = 5 + \log 10 = 5 + 1 = 6$$

1998 دور 1/ اضيف $300cm^3$ من محلول يحتوي على $64\times 10^{-2}mol$ بنزوات الصوديوم الى $700cm^3$ من الماء المقطر فتغيرت قيمة PH بمقدار 2 فاذا اضيفت $32\times 10^{-2}mol$ من حامض البنزويك اليه . احسب قيمة PH المحلول الناتج علماً ان $\log 2 = 0.3$ و $\log 6.4 = 0.8$

الحل : بعد اضافة ملح بنزوات الصوديوم (ملح قاعدي) الى الماء فان PH سوف تزداد .

$PH_1 = 7$ للماء المقطر

$PH_2 = 7+2 = 9$ (للملح)

$V_{كلي} = V_{ماء} + V_{حامض} = 700+300=1000cm^3=1L$

$[salt] = \frac{n}{v} = \frac{64\times10^{-2}}{1} = 64\times 10^{-2}M$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{Kw \times Ka}{C}} \Rightarrow 10^{-9} = \sqrt{\frac{10^{-14}\times Ka}{64 * 10^{-2}}}$$ بالتربيع

$$10^{-18} = \frac{10^{-14}\times Ka}{64\times 10^{-2}} \Rightarrow Ka = \frac{64\times 10^{-2}}{10^{-14}}$$

[بعد اضافة الحامض الى الملح يتكون ايون مشترك]

$$PH = PKa + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$PH = 4.2 + \log\frac{64\times 10^{-2}}{32\times 10^{-2}}$$

PKa = -logka

$= - \log 64 \times 10^{-6}$

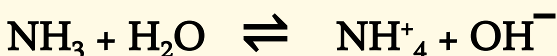
$= - \log 6.4 \times 10^{-5}$

$= (0.8-5) = 4.2$

$PH = 4.2 + \log 2 = 4.2 + 0.3 = 4.5$

2002 دور 1/ لتر من محلول الامونيا ($0.05 mol.L^{-1}$) كانت النسبة المئوية لتأينه (2%) ماتركيزكلوريد الامونيوم الواجب اضافتها اليه ليصبح PH (8.3) علما ان ($\log 2 = 0.3$)

الحل : يحسب Kb للامونيا



$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

0.05	0	0
0.05 − X	X	X

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{(X)^2}{0.05 - X} = \frac{(10^{-3})^2}{0.05}$$

$$النسبةالمئوية = \frac{[OH^-]}{الاصلي}\times 100$$

$$100 \times \frac{[OH^-]}{0.05} = 2$$

$$[OH^-] = \frac{0.05\times 2}{100}$$

$[OH^-] = 10^{-3}M$

بعد الاضافة يتكون ايون مشترك $= 2 \times 10^{-5}$

$$POH = PKb + \log\frac{[salt]}{[base]} \Rightarrow POH = 14 - PH$$

$=14 - 8.3 = 5.7$ $\quad PKb = -\log Kb$

$= -\log 2 \times 10^{-5} = -(0.3 - 5) = 4.7$

2006 دور 1/ اذا علمت ان PH احد الاملاح يساوي (11) وان ثابت تحلله المائي $=10^{-4}$ احسب عدد مولاته الموجودة في نصف لتر من المحلول .

الحل :

$$[H^+] = \sqrt{\frac{Kw \times Ka}{C}} \Rightarrow 10^{-11} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 10^{-10}}{C}}$$ بالتربيع

$$10^{-22} = \frac{10^{-14} \times 10^{-10}}{C} \Rightarrow C = \frac{10^{-24}}{10^{-22}} = 0.01M$$

$$M = \frac{n}{v} \Rightarrow n = 0.01 \times 0.5 = 0.005 mol$$

2009 دور 1/ PH في محلول مائي لأحد الاملاح يساوي (5) سخن 100mL من محلول الملح حتى الجفاف فتخلف 0.535g من الملح الصلب . احسب قيمة ثابت التحلل المائي للملح الذي كتلته المولية (53. 5g/ moL)

الحل : بما انه PH < 7 ملح حامضي (Kb)

$m = M.M.V$

$$M = \frac{m}{v \times M} = \frac{0.535}{0.1 \times 53.5} = 0.1M \Rightarrow [H^+] = 10^{-PH} = 10^{-5}\ M$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{C \times Kw}{Kb}} \Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{\frac{10^{-1} \times 10^{-14}}{Kb}}$$ بالتربيع

$$10^{-10} = \frac{10^{-15}}{Kb} \Rightarrow Kb = \frac{10^{-15}}{10^{-10}} = 10^{-5} \Rightarrow Kh = \frac{Kw}{Kb} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

2003 دور 2/ مـا تـركيز نـترات مثيـل الامونيـوم $CH_3NH_3NO_3$ الـتي عنـد اضافـة (10ml) منها الى (0.5) لـتر مـن المـاء تتغير قيمـة PH بمقـدار وحـدة واحـدة ؟ علماً ان PH لمحلول (1m) لمثيـل امين تساوي 12

الحل : نحسب Kb للمثيل امين (قاعدة ضعيفة)



$$CH_3NH_3NO_3 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_4NO_3^{+} + OH^{-}$$

$$POH = 14+12 = 2 \Longrightarrow [OH^{-}] = 10^{-POH} = 10^{-2}\ M$$

$$Kb = \frac{[CH3NH4NO3+][OH^{-}]}{[CH3NH3NO3]} = \frac{(10^{-2})^2}{1} = 10^{-4}$$

للماء المقطر $PH_1=7$ نترات المثيل امونيوم ملح حامضي عند اضافته للماء تقل PH

$$PH_2-PH_1=7-1=6 \quad .... \quad [H^{+}] = 10^{-PH} = 10^{-6}$$

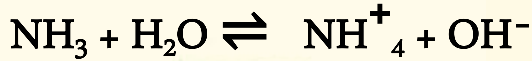
$$[H^{+}] = \sqrt{\frac{Kw \times C}{Kb}} \Rightarrow 10^{-6} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times C}{10^{-4}}}$$ بالتربيع

$$10^{-12} = \frac{10^{-14} \times C}{10^{-4}} \Rightarrow C = \frac{10^{-16}}{10^{-14}} = 0.01M$$

$$M_1V_1=M_2V \Rightarrow M_1 \times \frac{10}{1000} = 10^{-2} \times 0.5 \Rightarrow M_1 = \frac{5\times10^{-3}}{10^{-2}} = 0.5M$$

2010 دور 1/ محلول امونيا بتركيز (0.1M) PH له تساوي (11) احسب PH محلول حجمه (200ml) يحتوي (0.02 mol) من كلوريد الامونيوم

الحل :



$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH^+_4 + OH^-$

0.1	0	0
0.1 – X	X	X

$POH = 14 - PH = 14 - 11 = 3 \quad [OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3} M$

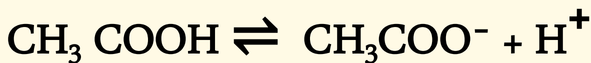
$$Kb = \frac{[NH_4{}^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-1}} = 10^{-5} \Rightarrow M = \frac{n}{v} = \frac{0.02}{0.2} = 0.1M$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{Kw \times C}{Kb}} \Rightarrow 10^{-6} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 10^{-1}}{10^{-5}}} \quad \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} M$$

$PH = \log [H^+] = -\log 10^{-5} = 5$

1999 دور1/ لتر من محلول حامض الخليك بتركيز (0.2M) ودرجة التفكك المئوية (1%) ولتر من خلات البوتاسيوم بتركيز (0.2M) احسب PH لكل محلول ؟

الحل :



$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

0.2	0	0
0.2 – X	X	X

نحسب PH للحامض

درجة التفكيك المئوية = $\frac{\text{المتأين}}{\text{الاصلي}} \times 100\%$

$$\frac{X}{0.02} = \frac{1}{100}$$

$X = 2 \times 10^{-3} M \Rightarrow PH = -\log[H^+] = -\log 2 \times 10^{-3} M = -(0.3-3)$ PH = 2.7 للحامض

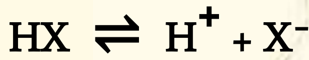
$$Ka = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{2 \times 10^{-1}} = 2 * 10^{-5}$$

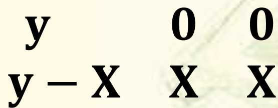
$$[H^+] = \sqrt{\frac{KW \times Ka}{C}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-1}}} = \sqrt{10^{-18}} = 10^{-9} M$$

$PH = -\log[H^+] = -\log 10^{-9} = 9$ للملح

2007 دور 1/ لتر من محلول ضعيف اسه الهيدوجيني يساوي 4.7 وان Ka له تساوي 5×10^{-10} احسب درجة تأنيه

الحل :





$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-4.7+5-5} = 10^{0.3} \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-5}$ M

$Ka = \frac{[H^+][X^-]}{HX} = \frac{[H^+]^2}{[\text{الاصلي}]}$

$5 \times 10^{-10} = \frac{(2 \times 10^{-5})^2}{[\text{الاصلي}]}$

$[\text{الاصلي}] = \frac{4\times10^{-10}}{5\times10^{-10}} = 0.8$

$\text{درجة التأين} = \frac{\text{المتأين}}{\text{الاصلي}}$

$\text{درجة التأين} = \frac{2\times10^{-5}}{8\times10^{-1}}$

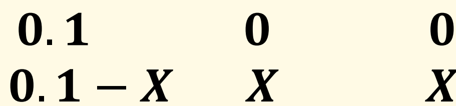
$\text{درجة التأين} = 0.25 \times 10^{-4}$

2.5×10^{-4}

1995 دور 2/ PH لمحلول 0.1M امونيا يساوي (11) كم سيصبح PH المحلول عندما يصبح تركيزه 0.001M ؟

الحل





$\Rightarrow POH = 14 - PH = 14 - 11 = 3$

$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3}$ M $\Longrightarrow Kb = \frac{[NH^+{}_4][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-1}} = 10^{-5}$

$Kb = \frac{X^2}{[\text{الاصلي}]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{X^2}{10^{-3}} \Rightarrow X^2 = 10^{-8} \Rightarrow X = 10^{-4}\ M = [OH^-]$

$POH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-4} = 4 \Rightarrow PH = 14 - POH = 14 - 4 = 10$

1995 دور 1/ (0.5L) من محلول احد الاملاح $[OH^-]$ فيه يساوي 10^{-9} جد عدد مولات الملح المذاب في المحلول اذا كانت ثابت تفكك الالكتروليت الضعيف المشتق منه الملح 2×10^{-5}

الحل :

$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} M \Rightarrow PH = -\log[H^+] = -\log 10^{-5} = 5$

$[H^+] = \sqrt{\frac{KW.C}{Kb}} \Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{\frac{10^{-14}.C}{2\times10^{-5}}}$ بالتربيع (Kb الملح حامضي $\therefore PH < 7$)

$10^{-10} = \frac{C\times10^{-14}}{2\times10^{-5}} \Rightarrow C = \frac{2\times10^{-15}}{10^{-14}} = 0.2\frac{mol}{L}$

$M = \frac{n}{v} \Longrightarrow n = M . V = 0.2 \times 0.5 = 1\ moL$

2006 دور 1/ لتر من محلول بتركيز (0.01M) لحامض البنزويك Ka له يساوي 6.4×10^{-5} احسب

1ـ تركيز ايون الهيدروجين في المحلول 2 ـ PH المحلول بعد اضافة (0.02moL) من بنزوات الصوديوم الية ؟ علما ان $\log 2 = 0.3$ $\log 6.4 = 0.8$ (ج 8×10^{-4} , 4.5)

2006 دور 2/ احسب مقدار خلات البوتاسيوم الواجب اضافته الى لتر من محلول (0.1M) من حامض الخليك لتغير قيمة PH المحلول بمقدار وحدة واحدة علماً ان $Ka=10^{-5}$

الحل : نحسب PH_1 قبل الاضافة للحامض الضعيف

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

0.1	0	0
0.1 − X	X	X

$Ka = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow \frac{X^2}{0.1-X} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{X^2}{10^{-1}}$

$X^2 = 10^{-6} \Rightarrow X = 10^{-3}\ M = [H^+]$

بعد اضافة ملح خلات البوتاسيوم(ملح قاعدي)

PH سوف تزداد ويتكون ايون مشترك .

$PH_2 = PH_1 + 1 \Rightarrow 3+1=4$

$$PH = PKa + \log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow 4 = 5 + log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$4 - 5 = \log\frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow -1 = \log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$\log 10^{-1} = \log\frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow [Salt] = 0.01M$$

2008 دور 1/ الاس الهيدروكسيلي لمحلول كلوريد الامونيوم الناتج من اذابة 0.02 moL في 100ml من الماء يساوي 9 احسب الاسس الهيدروجيني للمحلول بعد اضافة 0.1 moL من الامونيا الى لتر منه log2=0.3

الحل / $POH = 9 \Rightarrow PH = 14 - POH \Rightarrow = 14 - 9 = 5$

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.02}{0.1} = 0.2M = [\,Salt]$$

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-5}M$

نحسب Kb من قانون الملح الحامضي

$$[H^+] = \sqrt{\frac{KW.C}{Kb}} \Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{\frac{10^{-14}\times 0.2}{Kb}}$$ بالتربيع

$$10^{-10} = \frac{10^{-14}\times 0.2}{Kb} \Rightarrow Kb = \frac{2\times 10^{-15}}{10^{-10}} = 2\times 10^{-5}$$

$PKb = -\log Kb \Rightarrow = -\log 2\times 10^{-5} \Rightarrow PKb = 4.7$

نحسب PH بعد اضافة الامونيا يتكون ايون مشترك

$$POH = PKb + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$= 4.7 + \log\frac{0.02}{0.1} \Rightarrow = 4.7 + \log 2$$

$POH = 5 \Rightarrow PH = 14 - POH \Rightarrow = 14 - 5 = 9$

2011 دور 1/ محلول الامونيا يتأين بنسبة 2% واسه الهيدروجيني يساوي 11 احسب مولات كلوريد الامونيوم اللازم اضافتها الى المحلول لتغير قيمة PH بمقدار 0.7 علماً ان 10g2=0.3

الحل :



$$NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

y	0	0
y − X	X	X

النسبة المئوية = $\frac{\text{المتأين}}{\text{الاصلي}} \times 100\%$

$$100 \times \frac{10^{-3}}{y} = 2$$

$$y = \frac{10^{-1}}{2} = 0.05M$$

POH =14- PH = 14 -11 =3

$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3}$ M =X

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{X^2}{y - \underset{\text{تهمل}}{X}} = \frac{(10^{-3})^2}{5\times10^{-2}} = \frac{10^{-6}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-5}$$

$PKb = -10gKb = -10g_2 \times 10^{-5}$

$PH_2 = PH_1 - 0.7 = 11 - 0.7 \Longrightarrow PH_2 = 10.3$

POH=14 –PH = 14 – 10.3 =3.7

$$POH = PKb + 10g\frac{[salt]}{[base]} \Rightarrow 3.7 = 4.7 + 1\,0g\frac{[salt]}{0.05}$$

$$3.7 - 4.7 = 10g\frac{[salt]}{0.05} \Rightarrow -1 = 10g\frac{[salt]}{0.05}$$

$$\log 10^{-1} = 10g\frac{[salt]}{0.05} \Rightarrow [Salt] = 0.005M$$

1996 دور 2/ نصف لتر من محلول (0.1M) حامض الهيدروسيانيك و (0.3M) سيانيدا لبوتاسيوم احسب التغير في قيمة PH عند اضافة 0.025moL من حامض الكبريتيك اليه . مع العلم ان 10g3 = 0.477 ، PKa(Hcn) = 9.31

الحل : نحسب PH1 قبل اضافة الحامض للأيون المشترك

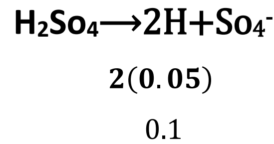
$$PH = PKa + \log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow = 9.31 + \log\frac{0.3}{0.1} = 9.31 + 0.447$$

$PH_1 = 9.787$

H_2SO_4 حامض ثنائي البرتون
لذلك نضرب عدد المولات× 2

$$PH = PKa + \log\frac{[salt](-)[H^+]}{[acid](+)[H^+]}$$

يضرب تركيز الحامض ×2



$H_2So_4 \longrightarrow 2H + So_4^-$

$2(0.05)$

0.1

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.025}{0.5} \Rightarrow M = \frac{25}{500} = 0.05\ M$$

M= 2× 0.05 = 0.1 M

$$PH = 9.31 + \log\frac{0.3-0.1}{0.1+0.2}$$

$$PH = 9.31 + \log\frac{0.2}{0.2}$$

$PH_2 = 9.31$

نعوض تركيز الحامض والملح في القانون

نلاحظ ان PH2 قلت لان المضاف حامض لكن النقصان قليل (0.477) بسبب وجود الايون المشترك

1997 دور 1/ لتر من محلول منظم يحتوي على حامض ضعيف النسبة المئوية لتفكك (1%) وتركيز ايون الهيدروجين = $2\times10^{-4}M$ وملحه المشتق منه بتركيز (0.01M) ما عدد غرامات NaOH الواجب اضافتها الى المحلول المنظم لتغير قيمة PH بمقدار (0.6) ؟ علماً ان $\log 2=0.3$ و PKa=4.74 وكتلة المول الواحد 40g/moL=(NaOH)

الحل : نحسب PH قبل اضافة NaOH لمحلول الايون المشترك

ملاحظة : يمكن حساب y من قانون النسبة المئوية

$$PH = PKa + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$



$AH \rightleftharpoons H^+ + A^-$

y	0	0
$y - X$	X	X

$Ka = 10^{-PKa} = 10^{-4.7+5-5} = 10^{0.26} \times 10^{-5} = 1.8 \times 10^{-5}$

$Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[AH]} \Longrightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{(2\times10^{-4})^2}{y}$

$y = \frac{4\times10^{-8}}{1.8\times10^{5}} = 0.02 mol/L$ التركيز للحامض الاصلي

$PH_1 = 4.74 + \log\frac{0.01}{0.02} = 4.74 + \log 1 - \log 2 = 4.74 - 0.30$

$PH_1 = 4.44$ بعد اضافة NaOH PH_2 سوف تزداد

$PH_2 = 4.44 + 0.6 = 5.04$

$PH = PKa + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$5.04 = 4.74 + \log\frac{0.01+[oH]}{0.02-[oH]}$

$5.04 - 4.74 = \log\frac{0.01+[oH]}{0.02-[oH]} \Rightarrow 0.3 = \log\frac{0.01+[oH]}{0.02-[oH]}$

$\log 2 = \log\frac{0.01+[oH]}{0.02-[oH]} \Rightarrow 2 = \frac{0.01+[oH]}{0.02-[oH]} \Rightarrow 0.04 - 2OH = 0.01 + OH$

$3OH = 0.04 - 0.01 \Rightarrow [OH] = \frac{0.03}{3} = 0.01\ moL$

$[OH] = \frac{m}{M} \Rightarrow m = [OH].\ M = 0.01 \times 40 = 0.49\ g$ (كتلة NaOH)

1999 دور 2/ اراد كيميائي ان يحضر محلولاً منظماً فوجد ان اضافة ($\frac{1}{2}$ L) من محلول حامض الخليك الى ($\frac{1}{2}$ L) من محلول خلات الصوديوم اصبح [الحامض] ضعف [الملح] وبعد اضافة (0.1moL) من NaOH الى المحلول المتكون اصبحت قيمة PH تساوي 5 احسب 1ـ تركيز الحامض والملح ؟ 2 ـ PH للملح قبل المزج

علماً ان $\log 2 = 0.3$ و (Ka = 0.00002)





الحل / بعد اضافة ($\frac{1}{2}$ L) من الحامض الى ($\frac{1}{2}$ L) من الملح يتكون محلول منظم حجمه (1L) بعد اضافة NaOH يصبح القانون

[salt] = y

[acid] = 2y

$$PH = PKa + \log\frac{[salt]+[H^-]}{[acid]-[OH^-]} \Rightarrow 5 = 4.7 + \log\frac{y+0.1}{2y-0.1}$$

$$5 - 4.7 = \log\frac{y+0.1}{2y-0.1} \Rightarrow 0.3 = \log\frac{y+0.1}{2y-0.1} \Rightarrow \log 2 = \log\frac{y+0.1}{2y-0.1}$$

$$2(2y - 0.1) = y + 0.1$$

$$y + 0.1 = 4y - 0.2 \Rightarrow 4y - y = 0.3 \Rightarrow y = \frac{0.3}{3} = 0.1\ M = [salt]$$

$$[salt] = \frac{n}{v} \Rightarrow 0.1 = \frac{n}{1} \Rightarrow n = 0.1\ moL$$ بعد المزج

$$[salt] = \frac{n}{v} = \frac{0.1}{0.5}\ 0.2\ M$$ قبل المزج

$$PH = \frac{1}{2}[PKw + PKa + \log C] = \frac{1}{2}[14 + 4.7 + \log_2 \times 10^{-1}]$$

$$= \frac{1}{2}[18.7 - 0.7] = \frac{18}{2} \Rightarrow PH = 9$$ قبل المزج

2001 دور 1/ ما عدد مولات كلوريد الامونيوم اللازم اضافتها الى محلول الامونيا لتتغير قيمة POH من 3 الى 5 وما عدد مولات KOH الواجب اضافتها الى محلول الامونيا وملحها لتصبح قيمة PH المحلول مساوية لـ (9.3) علماً ان $Kb(NH_3) = 2 \times 10^{-5}$ و $\log 2 = 0.3$

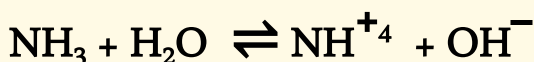
الحل :

نحسب تركيز الامونيا

$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3}\ M$$

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

y	0	0
y − X	X	X



$Kb = \frac{[NH^+_4][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{(10^{-3})^2}{y}$ ← تركيز الامونيا

نحسب تركيز كلوريد الامونيوم اللازم اضافتها الى الامونيا حيث يتكون ايون مشترك

$y = \frac{(10^{-6})^2}{2\times10^{-5}} = 0.05\ M$

$POH = PKb + \log\frac{[salt]}{[base]} \Rightarrow 5 = 4.7 + \log\frac{[salt]}{0.05}$

PKb = - log Kb
= $-\log_2 \times 10^{-5}$
= - (0.3 – 5) = 4.7

$5 - 4.7 = \log\frac{[salt]}{0.05} \Rightarrow 0.3 = \log\frac{[salt]}{0.05}$

$\log 2 = \log\frac{[salt]}{0.05} \Rightarrow [\ salt\ ] = 2 \times 0.05 = 0.1\ M$

$M = \frac{n}{v}$

$n = 0.1 \times 1 = 0.1\ moL$ عدد مولات كلوريد الامونيوم بعد اضافة KOH

$POH = 14 - PH = 14 - 9.3 = 4.7$

$POH = PKb + \log\frac{[salt] - [\ OH^-]}{[base] + [OH^-]}$

$4.7 = 4.7 + \log\frac{0.1 - [\ OH^-]}{0.05 + [OH^-]} \Rightarrow 4.7 - 4.7 = \log\frac{0.1 - [\ OH^-]}{0.05 + [OH^-]}$

$0 = \log\frac{0.1 - [\ OH^-]}{0.05 + [OH^-]} \Rightarrow \log 1 = \log\frac{0.1 - [\ OH^-]}{0.05 + [OH^-]}$

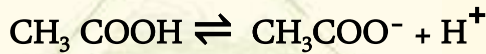
$0.05 + [OH] = 0.1 - [OH] \Rightarrow 2\ [OH^-] = 0.1 - 0.05 \Rightarrow 2OH = 0.05$

$[OH^-] = \frac{0.05}{2} = 0.025\ moL$

لتر من محلول خلات الصوديوم اسه الهيدروجيني 9 تم مزجه مع لتر من محلول يحتوي 0.1 moL من حامض الخليك النسبة المئوية لتأينة (1%) احسب قيمة الاس الهيدروجيني للمحلول الناتج بعد المزج

الحل /

نحسب Ka لحامض الخليك



$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$



y	0	0
$y - X$	X	X

$M = \frac{n}{v} = \frac{0.1}{1} = 0.1\ M$

النسبة المئوية $= \frac{X}{y} \times 100\%$

$\frac{x}{0.1} = \frac{1}{100}$

$X = 10^{-3}$

$$Ka = \frac{[CH3COO^-][OH^+]}{[CH3COOH]} = \frac{X^2}{0.1 - X} = 10^{-5}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{KW.Ka}{C}}$$

$[H+] = 10^{-PH} = 10^{-9}$

$$10^{-9} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 10^{-5}}{C}} \Rightarrow 10^{-18} = \frac{10^{-19}}{C} \Rightarrow C = \frac{10^{-19}}{10^{-18}} = 0.1\ M = [\ salt]$$

بعد المزج يتكون ايون مشترك

$PKa = -\ 10g\ Ka$

$= -\ 10g\ 10^{-5} = 5$

$$PH = PKa + 10g\frac{[salt]}{[acid]} = 5 + 10g\frac{0.1}{0.1} = 5$$

1998 دور 1/ اذا كانت $\Delta G°$ المصاحبة لذوبان Agcl في الماء عند $25C°$ تساوي 56.962KJ احسب قابلية ذوبانها في محلول (PH=2) $Ln10^{-10} = -32.02$

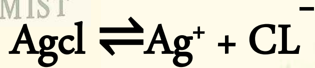
الحل /

$G°\Delta = RTInKsp \Longrightarrow 56.9624 \times 1000 = -8.3 \times 298\ lnksp$

$$Lnksp = \frac{56962.4}{-2473.4} = -23.02 \Rightarrow ksp = 10^{-10}$$



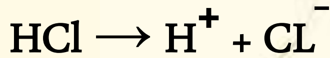
$HCl \longrightarrow H^+ + CL^- \Rightarrow [H^+] = 10^{-PH} = 10^{-2}\ M = [CL^-]$



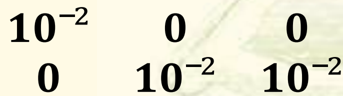
$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + CL^{-}$



$y \quad y$ يهمل



$HCl \longrightarrow H^{+} + CL^{-}$



$10^{-2} \quad 0 \quad 0$

$0 \quad 10^{-2} \quad 10^{-2}$

$$Ksp = [Ag^{+}][CL^{-}] \Longrightarrow 10^{-10} = y\,(y + 10^{-2}) \Rightarrow y = \frac{10^{-10}}{10^{-2}} = 10^{-8}\ M$$

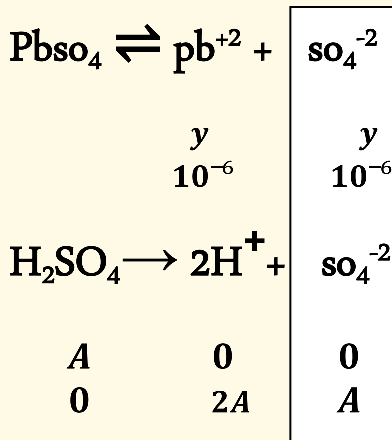
1995 دور 1/ الذوبانية المولارية لملح $pbso_4$ في محلول المائي المشبع ($1\times10^{-4}M$) بين كم مل من حامض H_2SO_4 بتركيز (10M) يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل ذوبانيته تساوي 10^{-6}

الحل : نحسب اولاً ksp



$$Pbso_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + so_4^{-2} \qquad \Rightarrow \ ksp = [pb^{+2}][so^{-}_4] = (10^{-4})^2 = 10^{-8}$$

$s \quad s$



$Pbso_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + so_4^{-2}$

$y \quad y$

$10^{-6} \quad 10^{-6}$

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^{+} + so_4^{-2}$

$A \quad 0 \quad 0$

$0 \quad 2A \quad A$

$$Ksp = [pb^{+2}][so_4^{-2}] \Rightarrow 10^{-8} = 10^{-6}\left(A + \underbrace{10^{-6}}_{\text{تهمل}}\right) \Rightarrow A = \frac{10^{-8}}{10^{-6}} = 0.01\ M\ [H_2SO_4]$$

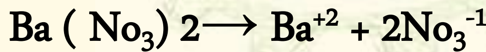
نحسب حجم الحامض المضاف من قانون التخفيف

$$M_1V_1 = M_2V_2 \Rightarrow 10 \times V_1 = 0.01 \times 1 \Rightarrow V_1 = \frac{0.01}{10} = 0.001L$$

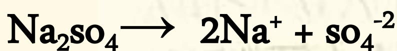
$V_1 = 0.001 \times 1000 = 1ML$

1996 دور 2/ مزج $80cm^3$ من محلول $10^{-6} \times 2$ من نترات الباريوم $Ba(NO_3)_2$ مع $20cm^3$ من محلول $M\ 10^{-5} \times 5$ من كبريتات الصوديوم Na_2so_4 بين هل يحصل ترسيب ام لا لكبريتات الباريوم علماً ان $ksp = 10^{-10}$ ؟

الحل /



$Ba(No_3)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2No_3^{-1}$



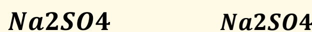
$Na_2so_4 \longrightarrow 2Na^+ + so_4^{-2}$

$M_1V_{1\,Ba(No3)2} = M_2V_{2\,Ba(No3)2}$

$\because V_2 = 80 + 20 = 100cm^3 \Rightarrow 2 \times 10^{-6} \times 80 = M_2 \times 100$

$$M_2 = \frac{2\times10^{-6}\times 80}{100} = 16 \times 10^{-7}\ M = [Ba^{+2}]$$ لانه الكتروليت قوي $Ba(No_3)_2$

$M_1V_1 = M_2V_2$ نحسب $[so_4^{-2}]$



$Na2SO4 \qquad Na2SO4$

$$M_2 = \frac{5\times10^{-5}\times 20}{100} = 10^{-5}\ M = [so_4^{-2}]$$ Na_2SO_4 لانه الكتروليت قوي

نحسب الحاصل الايوني



$Baso_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + so_4^{-2}$

$16 \times 10^{-6} \qquad 10^{-5}$

حاصل ايوني $= [Ba^{+2}][so_4^{-2}] = 16 \times 10^{-7} \times 10^{-5} = 16 \times 10^{-12}$

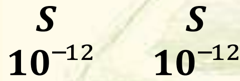
$\therefore$ حاصل ايوني $< ksp$ يحصل ذوبان . لا يحصل ترسب

1997 دور 1/ ما هو ادنى تركيز للأيون S^{-2} اللازم لترسيب (Nis) من محلول $Ni(No_3)_2$ تركيزه (1×10^{-3} M) ؟ علماً ان قابلية الذوبان Nis في محلوله المائي المشبع (1×10^{-12} M)

الحل : نحسب Ksp للملح Nis



$Nis \rightleftharpoons Ni^{+2} + S^{-2}$



$$\begin{matrix} s & s \\ 10^{-12} & 10^{-12} \end{matrix}$$

$Ksp = [Ni^{+2}][S^{-2}] = 10^{-24}$

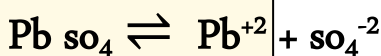
Ksp = الحاصل الايوني (Ksp = لكي يبدأ ملحNisبالترسيب يجب ان يكون الحاصل الايوني)

$10^{-24} = [Ni^{+2}][S^{-2}]$

$10^{-24} = 10^{-3} \times [S^{-2}] \Rightarrow [S^{-2}] = \frac{10^{-24}}{10^{-3}} = 10^{-21}$ M

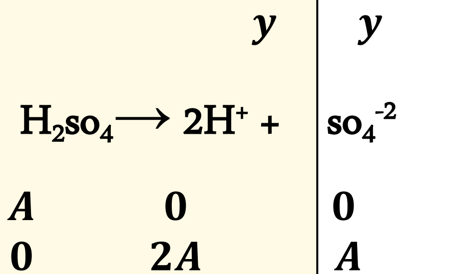
1998 دور 2/ PH لمحلول H_2SO_4 يساوي 3.7 احسب كتلة Pb الذي يجب اضافته الى لتر من المحلول الحامضي لكي يتكون محلول مشبع من PbSo4 علماً ان $ksp = 10^{-8}$ والكتلة المولالية لـ PH تساوي 207g / moL ؟

الحل :



$Pb\,so_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + so_4^{-2}$

$$\begin{matrix} & y & y \end{matrix}$$



$H_2so_4 \longrightarrow 2H^+ + so_4^{-2}$

$$\begin{matrix} A & 0 & 0 \\ 0 & 2A & A \end{matrix}$$

$[H+] = 10^{-PH} = 10^{-3.7+4-4} = 10^{0.3} \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-4}$ M

$H_2so_4 = \frac{[H^+]}{2} = \frac{2\times10^{-4}}{2} = 10^{-4}$ M=A

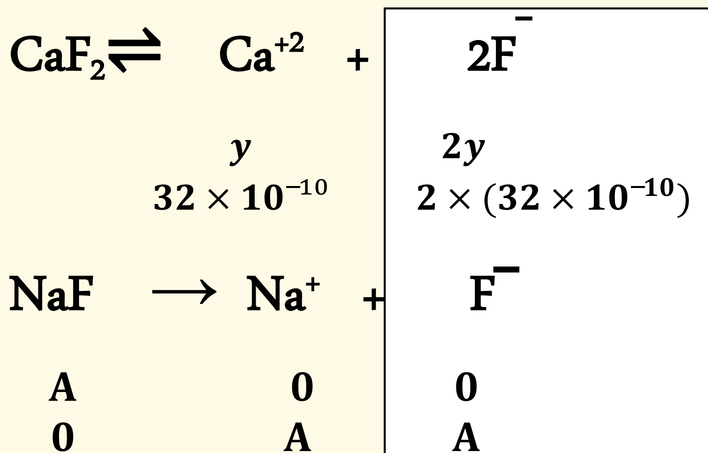
$Ksp = [Pb^{+2}][so_4^{-2}] \Rightarrow 10^{-8} = y(\underset{\text{تهمل}}{y} + 10^{-4})$

$y = \frac{10^{-8}}{10^{-4}} = 10^{-4}$ $M = [Pb^{+2}]$ من القانون نحسب كتلة pb

$m = M . V . M \Rightarrow m = 10^{-4} \times 1 \times 207 = 207 \times 10^{-4}$ g

1997 دور 2 / 2012 / الذوبانية المولارية لملح CaF_2 تســاوي 32×10^{-10} في محلول NaF تركيز H^+ فيه يساوي 8×10^{-9} M وثابت تفكك الالكتروليت الضعيف المشتق منه هو 6.4×10^{-4} احسب تركيز F^- في المحلول المائي المشبع لـ CaF_2 ؟

الحل : نحسب ksp من محلول الايون المشترك



$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$

y ; $2y$

32×10^{-10} ; $2 \times (32 \times 10^{-10})$

$NaF \longrightarrow Na^+ + F^-$

NaF	Na^+	F^-
A	0	0
0	A	A

نحسب تركيز NaF ملح قاعدي لديه Ka

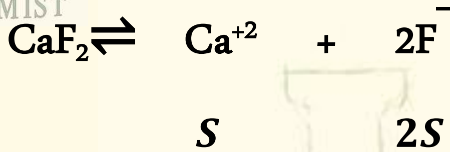
$[H^+] = \sqrt{\frac{Kw.Ka}{C}} \Rightarrow 8 \times 10^{-9} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 6.4 \times 10^{-4}}{C}}$ بالتربيع

$64 \times 10^{-18} = \frac{64 \times 10^{-14}}{C} \Rightarrow C = \frac{64 \times 10^{-19}}{64 \times 10^{-18}} = 0.1M = [NaF] = A$

$Ksp = [Ca^{+2}][F^-]^2 \Rightarrow 32 \times 10^{-10}(0.1)^2 = 32 \times 10^{-12}$

نحسب $[F^-]$ في المحلول المائي المشبع

$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$



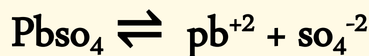
$S \qquad 2S$

$Ksp = 4S^3 \Rightarrow 32 \times 10^{-12} = 4S^3 \Rightarrow S^3 = \frac{32\times10^{-12}}{4} = 8 \times 10^{-12}$

$S = 2 \times 10^{-12}\ M \Rightarrow [F^-] = 2S \Rightarrow = 2\ (2 \times 10^{-12}) = 4 \times 10^{-12} M$

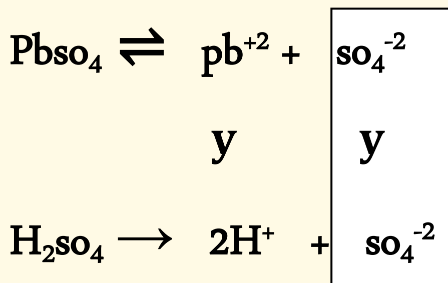
2000 دور 2/ اذا علمت ان الذوبانية المولارية لملح $pbso_4$ في لتر من محلول حامض الكبريتيك PH له يساوي (1.7) تساوي (0.01) من قابلية ذوبانها في الماء المقطر جد عدد غرامات الملح اللازمة لاشباع لتر من الماء المقطر ؟ علماً ان الكتلة المولية للملح 303g / moL ؟

الحل :



$Pbso_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + so_4^{-2}$

$Ksp = [Pb^{+2}][so_4^{-2}]^2 \Rightarrow Ksp = S^2 \longrightarrow$ (1) معادلة رقم



$Pbso_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + so_4^{-2}$

$y \qquad y$

$H_2so_4 \longrightarrow 2H^+ + so_4^{-2}$

في محلول H_2so_4 (محلول الايون المشترك)

$[H+] = 10^{-PH} \Rightarrow 10^{-1.7+2-2} = 10^{0.3} \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} M$

$[H_2so_4] = \frac{[H^+]}{2} = \frac{2\times10^{-2}}{2} = 10^{-2}\ M = A$

$Ksp_2 = [Pb+][so_4^{-2}] = y\ [\ y + 10^{-2}\ ]$

تهمل

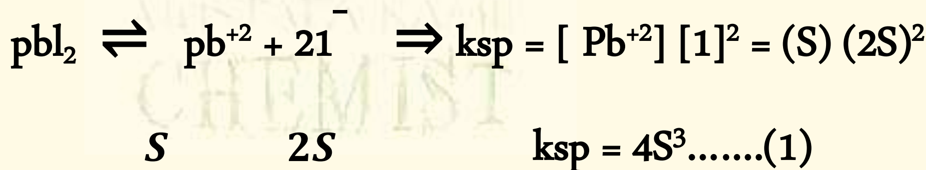
y = (0.01) من قابلية ذوبانها في الماء المقطر
نعوض بدلا من (y) بـ (0.01S)

$Ksp_2 = 0.01S\ \ (10^{-2}) = 10^{-4}\ S \longrightarrow$ (2) معادلة رقم

بما انه درجة الحرارة ثابتة لذلك ksp ثابت

$Ksp_1 = Ksp_2$

MUSTAFA KAMIL CHEMIST



$S^2 = 10^{-4}\, S \Rightarrow S = 10^{-4} \Rightarrow$ m=M .V. M $\Rightarrow = 10^{-4} \times 1 * 303 = 303 \times 10^{-4}$ g

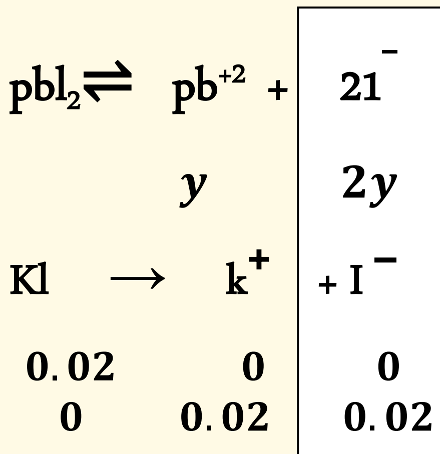
2005 دور 2/ اذا علمت ان تركيز ايون Pb^{+2} لكبريتات الرصاص في محلول (0.01m) من حامض الكبريتيك يساوي (10^{-6}M) احسب ذوبانية $Pbso_4$ في محلوله المائي المشبع (ج / 81×10^{-8})

2004 دور 2/ اضيف (0.02moL) من يوديد البوتاسيوم KI الى لتر من محلول مائي مشبع pbI_2 فانخفضت ذوبانية pbI_2 الى 0.01 عما كانت عليه احسب ثابت حاصل الذوبان ؟

الحل :

$pbI_2 \rightleftharpoons pb^{+2} + 2I^- \Rightarrow ksp = [Pb^{+2}][I^-]^2 = (S)(2S)^2$

S 2S ksp = $4S^3$.......(1)



$pbI_2 \rightleftharpoons pb^{+2} + 2I^-$

y 2y

$KI \rightarrow k^+ + I^-$

0.02 0 0

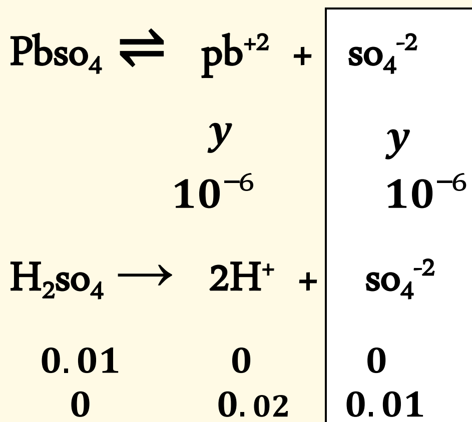
0 0.02 0.02

y = 0.01S

$Ksp_2 = [pb^{+2}][I^-]^2 \Rightarrow y\,(2y + 0.02)^2$

نعوض بدلا من كل y بـ (0.01S)

$Ksp = 0.01S\,(2 \times 10^{-2})^2$



$Pbso_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + so_4^{-2}$

y y

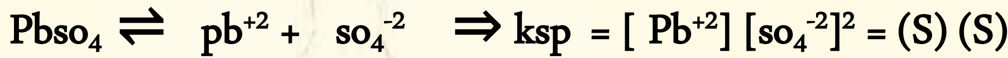
10^{-6} 10^{-6}

$H_2so_4 \rightarrow 2H^+ + so_4^{-2}$

0.01 0 0

0 0.02 0.01

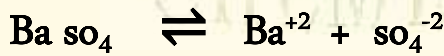
$$Ksp = [Pb^{+2}][so_4^{-2}] = (10^{-6})(\underset{\text{تهمل}}{10^{-6}} + 10^{-2}) = 10^{-2}$$



$Pbso_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + so_4^{-2} \Rightarrow ksp = [Pb^{+2}][so_4^{-2}]^2 = (S)(S)$

$S \quad S \qquad 10^{-8} = S^2 \Rightarrow S = 10^{-4}\ M$

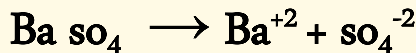
2007 دور 1/ اذا علمت ان $[Ba^{+2}]$ في المحلول المائي المشبع $Baso_4$ يساوي $10^{-5}M$ فما عدد مولات كبريتات البوتاسيوم K_2so_4 اللازم اضافتها الى لتر من المحلول المائي لتنخفض $[Ba^{+2}]$ الى $10^{-8}\ M$?



$Ba\,so_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + so_4^{-2}$

$10^{-5} \qquad 10^{-5}$

$Ksp = [Ba^{+2}][so_4^{-2}] = (10^{-5}) = 10^{-10}$



$Ba\,so_4 \longrightarrow Ba^{+2} + so_4^{-2}$

$y \qquad y \qquad [Ba^{+2}] = 10^{-8}\ M$



$K_2so_4 \longrightarrow 2K^{+} + so_4^{-2}$

$A \qquad 0 \qquad 0$
$0 \qquad 2A \qquad A$

$Ksp = [Ba^{+2}][so_4^{-2}] \qquad 10^{-10} = 10^{-8}\ (10^{-8} + A)$

$$A = \frac{10^{-10}}{10^{-8}} = 0.01\ M$$

$$M = \frac{n}{v} \Longrightarrow n = 0.01 moL$$

2008 دور 1/ اذا علمت ان ذوبانية $PbSO_4$ في محلول $0.01M\ (Na_2SO_4)$ تنخفض بمقدار 100 مرة عند ذوبانيته في محلوله المائي المشبع احسب 1 ـ ذوبانية $PbSO_4$ في الحالتين موضحا سبب الاختلاف 2 ـ قيمة ثابت حاصل الاذابة $PbSO_4$

الحل :



$PbSO_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + SO_4^{-2}$

S S

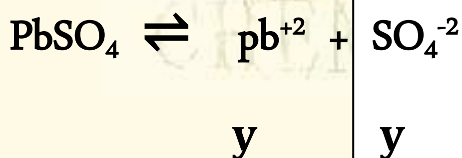
$Ksp = [\ Pb^{+2}]\ [SO_4^{-2}\ ]$

$Ksp = S^2$....... (1)

مقدار الانخفاض = $\frac{S}{y}$

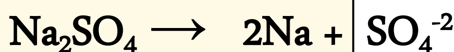
$\frac{S}{y} = 100$

$y = \frac{S}{100} = 0.01S$



$PbSO_4 \rightleftharpoons pb^{+2} + SO_4^{-2}$

y y



$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na + SO_4^{-2}$

0.01	0	0
0	0.02	0.01

نعوض بدلاً من y بـ (0.01S)

∴ درجة الحرارة ثابتة لذلك

$KSP_1 = KSP_2$

الذوبانية في محلول Na_2so_4

تقل الذوبانية بعد اضافة Na_2so_4 بسبب تكون الايون المشترك الذي يرجع تفاعل الترسيب

نعوض في معادلة رقم (1)

$Ksp_2 = [pb^{+2}]\ [so_4^{-2}] = y\ (0.01\ )$

$Ksp_2 = 0.01S\ (0.01)$

$Ksp_2 = 10^{-4}\ S$

$S^{2} = 10^{-4}\ S \Rightarrow S = 10^{-4}M$

$y = 0.01\ S10^{-2} \times\ 10^{-4} =\ 10^{-6}M$

$Ksp = (10^{-4}\ ) = 10^{-8}$

2008 دور 2/ جد عدد مولات حامض الكبريتيك اللازم اضافتها الى لتر من محلول مائي مشبع من كبريتات الرصاص $Pbso_4$ من اجل خفض ذوبانية الاخير من 10^{-4} الى 10^{-6} M

2009 دور 1/ اضيف 0.001 moL من كرومات الباريوم الى لتر من الماء المقطر فوجد ان 0.99×10^{-3} mol من مادة غير ذائبة ماتركيز (1ml) من H_2CrO_4 اللازم اضافته الى المحلول لخفض ذوبانيتة بمقدار 1000 مرة

الحل /

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.001}{1} = 0.001\ M$$

تركيز ملح كرومات الباريوم (الكلي) = تركيز الملح غير الذائب + تركيز الملح الذائب (S)

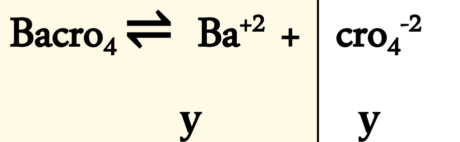
$$S + 0.00099 = 0.001$$

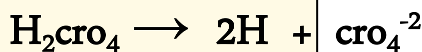
$S = 0.001 - 0.00099 = 0.00001\ M = 10^{-5}\ M$ ← الذوبانية (S)



	S	S
	10^{-5}	10^{-5}

$Ksp = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] = (10^{-5})^2 = 10^{-10}$





A	0	0
0	2 A	A

$Ksp = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$

$$10^{-10} = 10^{-8}\ (10^{-8} + A) \Rightarrow A = \frac{10^{-10}}{10^{-8}} = 0.01\ M$$

تحسب تركيز الحامض قبل الاضافة من قانون التخفيف .

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$M1 \times \frac{1}{1000}\ 0.01 \times 1 \Rightarrow M_1 = \frac{0.01}{0.001} = 10\ M$$

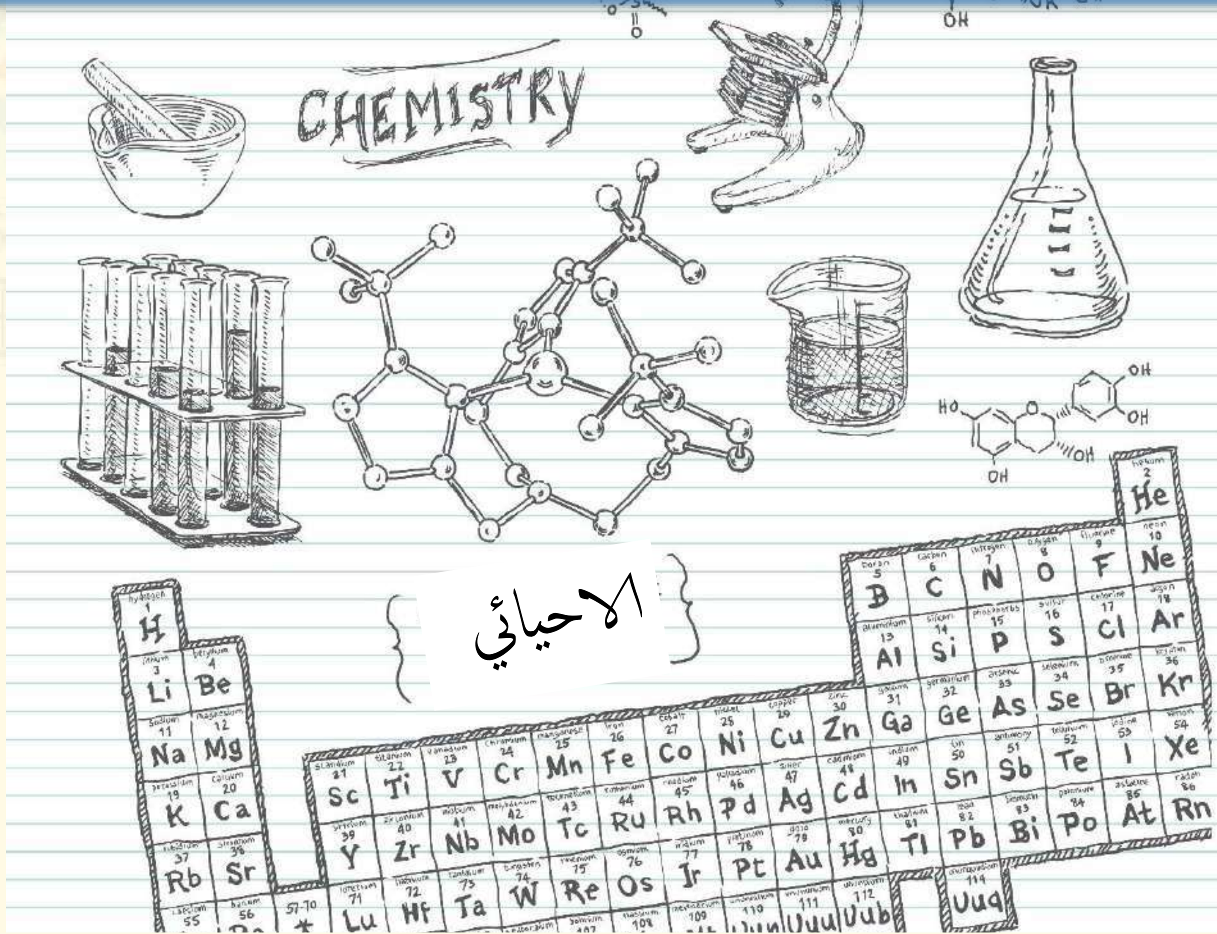
Chemistry

Grade 6

الكيمياء المميزة

للصف السادس العلمي





الجزء الثاني

الفصل الرابع والخامس والسادس

اعداد : مصطفى كامل ابراهيم

 chemiacadimy

بكالوريوس علوم/قسم الكيمياء/جامعة بغداد

 07705370211

حاصل على المركز الاول/دورة جامعة كانبيرا/استراليا

الفصل الرابع

التعاريف والمفظيات

1. التفاعلات الكهروكيميائية : هي تفاعلات التأكسد و الاختزال التي يتم فيها تحويل الطاقة المنبعثة الناتجة من تفاعل كيميائي تلقائي الى طاقة كهربائية او استخدام الطاقة الكهربائية لانجاز تفاعل كيميائي غير تلقائي.

2 . أعداد التأكسد : هي اعداد الالكترونات التي تفقدها او تكتسبها ذرة موجودة في جزيئة مركب .ويرمز لها بشحنة سالبة او موجبة او صفر تكتب فوق رمز العنصر المشترك في تفاعل التأكسد والاختزال.

3 . تفاعلات التأكسد والأختزال : هي التفاعلات التي تتضمن انتقال الالكترونات من مادة لها ميل لفقدان الالكترونات (العامل مختزل)الى مادة لها ميل لاكتساب الالكترونات (العامل مؤكسد)

التأكسد : هو تغير كيميائي يصاحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة ذرات يؤدي الى زيادة في اعداد التأكسد والمادة التي تتأكسد تدعى بالعامل المختزل.

الاختزال : تغير كيميائي تكتسب فيها الذرة او مجموعة من الذرات الالكترونات ويصاحبها نقصان في عدد التأكسد. وتدع المادة التي تعاني اختزال بالعامل المؤكسد.

4 . العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

العامل المختزل : المادة التي تفقد الالكترونات (تتاكسد) وتؤدي الى اختزال المادة الاخرى ويزداد عدد التاكسد لهذه الماده خلال تفاعل التاكسد والاختزال.

العامل المؤكسد : المادة التي تكتسب الالكترونات (تختزل) وتؤدي الى اكسدة المادة الاخرى. وينقص عدد تأكسد هذه المادة خلال تفاعل التأكسد والاختزال.

5 . الخلايا الكهروكيميائية : عبارة عن اجهزة يحصل فيها تيار كهربائي. وتتكون الخلية من قطبين احدهما القطب الموجب (الانود) والقطب الاخر القطب السالب (الكاثود) وكلا القطبين مغمورين في محلول الالكتروليتي يشترك في تفاعلات الاكسدة والاختزال التي تجرى على سطحي القطبين.

قطب العنصر : عبارة عن عنصر مغمور في محلول ايوناته. او في حالة تماس مع محلول يحتوي ايوناته

قطب الانود: هو القطب الذي تجري عنده عملية الأكسدة (فقدان الكترون) وهو الذي يصدر الالكترونات الى القطب الاخر.
قطب الكاثود : هو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال (كسب الالكترونات) والذي تتحول اليه الالكترونات المنتقله من الانود (مستورد للالكترونات).

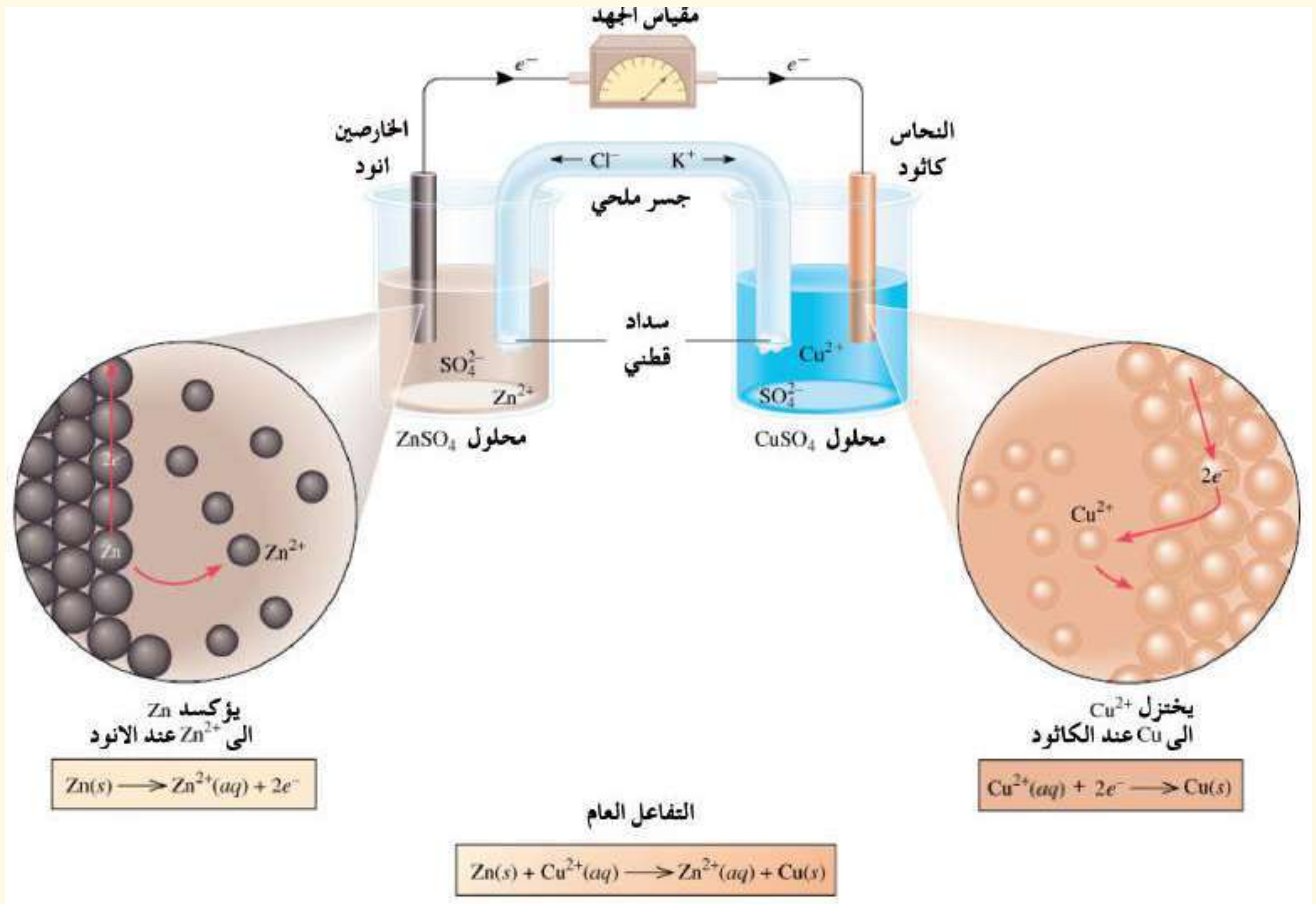
6 . الخلايا الكلفانية (الفولتائية) : هي الخلايا المولدة للتيار الكهربائي ويتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية وتفاعلاتها تلقائية وتسمى بالخلايا الكلفانية او الفولتائية.

خلية دانيال النموذجية : هي نموذج خلية كهروكيميائية تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية بدلا من تحويلها الى طاقة حرارية ودون حصول ملامسة بين المواد المتفاعلة وعملها تلقائي

مكوناتها:

الانود : عبارة عن لوح من الخارصين **Zn** مغمور في محلول كبريتات الخارصين **$ZnSO_4$**.

الكاثود : عبارة عن لوح من النحاس **Cu** مغمور في محلول كبريتات النحاس **$CuSO_4$**.



xكيف يتم التوصيل الكهربائي في الخلية الكلفانية :

يتم التوصيل الكهربائي عن طريق انتقال الالكترونات في الدائرة الخارجية (السلك المعدني) بينما ينتقل الايونات عن طريق الدائرة الداخلية للجسر الملحي.

الجسر الملحي : انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول الكتروليتي خامل لا يتغير كيميائياً خلال العملية و يتم تثبيته بمادة صمغية تدعى (الاكار)مثل محلول KNO_3, K_2NO_3, KCl

x اهميه الجسر الملحي :

1 . يعمل على تكملة اوغلق الدائرة الكهربائية.

2 . يعمل على توصيل محلول القطبين فيساعد على انتقال الايونات بين القطبين.

x متى يتوقف عمل الخلية

1 . عند استهلاك قطعه الانود (الخارصين)

2 . عندما تنفذ الايونات الموجبة عند الكاثود(Cu^{+2})

3. نفاذ المحلول الملحي في الجسر الملحي.

x الاكار: مادة صمغية تصبح سائلة بالتسخين وتتصلب في درجة الحرارة الاعتيادية. ويتم الحصول عليها من مكونات طبيعية.

7 . جهد الخلية الكلفانية: هو اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الكلفانية ويسمى (القوة الدافعة الكهربائية)

جهد القطب : هوفرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول أيوناته.ويقسم الى نوعين

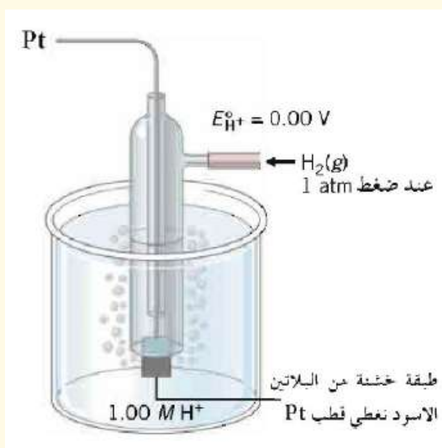
أ) جهد التأكسد (الانود) : هو مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات ويرمزله E_{ox} , E_{anode}

ب) جهد الاختزال(الكاثود) : هو مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات ويرمزله $E_{cathode}, E_{red}$

ملاحظات:

x جهد الخلية القياسي E^o_{cell} : هو اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الكلفانية اي هو المجموع الجبري لجهد التاكسد والاختزال. $E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathod}$

قطب الهيدروجين القياسي (SHE) : يتكون من انبوبة زجاجية يمر بها غاز الهيدروجين على شكل فقاعات تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 25 c في محلول يحتوي على ايونات H^+ مثل محلول HCL بالتركيز 1 M و يوجد عند اسفل الانبوب قطعة من البلاتين مغطاة بطبقة خشنة من البلاتين الاسود الخشن ومتصلة بسلك من البلاتين



x تم الاتفاق في الاتحاد الدولي للكيمياء (IUPAC) علي افتراض ان جهد قطب الهيدروجين القياسي يساوي صفر.

x اهميه قطب الهيدروجين القياسي:

يستخدم لقياس الجهود القياسية للاقطاب الاخرى.فعند ربط قطب الهيدروجين القياسي مع أي قطب اخر وعمل خلية كلفانية فان جهد الخلية الناتج يمثل الجهد القياسي لذلك القطب لكون قيمة جهد قطب الهيدروجين القياسي تساوي صفر.

س : لقد تم اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع لبقية الاقطاب

ج : تم اختيار قطب الهيدروجين لانه عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه كقطب انود او كاثود.

س/ لماذا تم استخدام عنصر البلاتين لصنع قطب SHE القياسي .

ج/ 1 . البلاتين مادة خاملة لا تعاني تأكسد او اختزال تحت الظروف التي يستخدم بها القطب

2. يستطيع توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية

3. يستطيع توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه.

س/ لماذا لايمكن حساب جهد قطب لوحده؟

ج/ لانه لايمكن حصول عملية اكسدة دون حصول عملية اختزال . لذا لا يمكن عمل خلية من قطب واحد وقياس جهده .لذا يجب وجود قطب كمرجع لقياس جهود الاقطاب الاخرى.لكون قياسات جهود الاقطاب تتم بين قطبي الخلية.

س/ لماذا يغطى البلاتين بطبقة خشنة من البلاتين الاسود في قطب SHE .

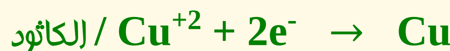
ج/ بسبب مساحته السطحية حيث يوفر سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه فتزداد كفائة القطب

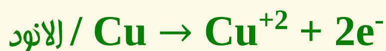
علل/عند ضرب طرفي معادلات الاقطاب بعدد معين فأن قيمة جهد القطب تبقى ثابتة لا تتغير او / عند مضاعفة تفاعل القطب لا يضاعف جهد القطب .

ج / لان الجهد يعتبر من الخواص المركزة التي لا تعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل وانما يعتمد على التركيز المولاري لايونات محلول القطب فقط

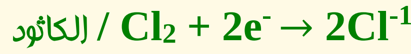
انواع الاقطاب :

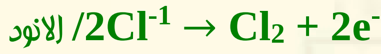
1 . قطب فلز / ايون فلز : يتكون عند غمر فلز في محلول ايونات ذلك الفلز.


الكاثود / $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

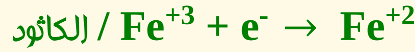

الانود / $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$

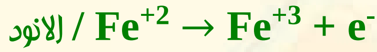
2 . قطب غازي : يتكون من ضخ غاز خلال انبوبة زجاجية تحت ضغط معين على محلول يحتوي ايونات ذلك الغاز وباستخدام سلك من البلاتين للتوصيل الكهربائي لان الغاز يكون خامل وغير موصل للتيار الكهربائي.


الكاثود / $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^{-1}$


الانود/ $2Cl^{-1} \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

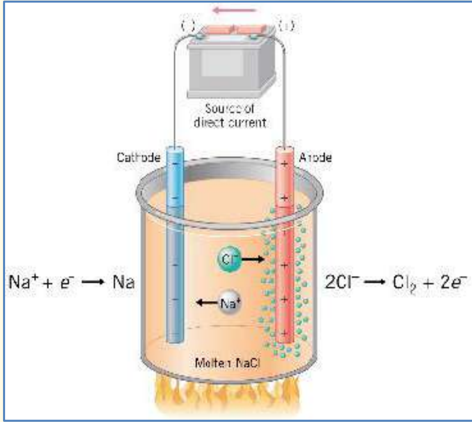
3 . اقطاب ايونية : اي اقطاب التأكسد والاختزال وتتكون عند غمر سلك من البلاتين او عمود من الكرافيتت في محلول يحتوي ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفتين.


الكاثود / $Fe^{+3} + e^- \rightarrow Fe^{+2}$

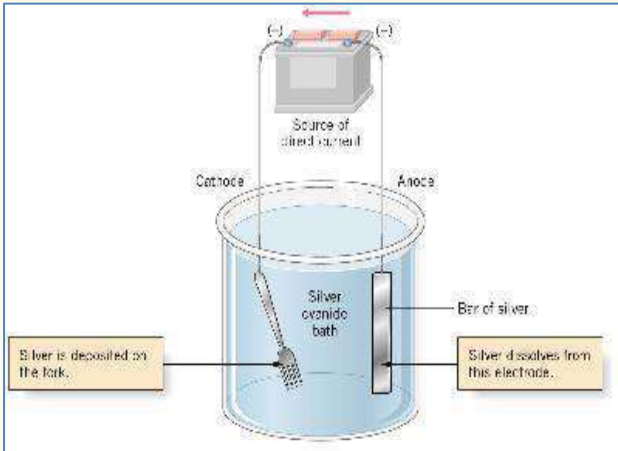

الانود / $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^-$

8 . الخلايا الالكتروليتية :

هي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتفاعلاتها غير تلقائية ΔG موجبة ، مثل خلايا الطلاء الكهربائي وخلايا التحلل الكهربائي وخلايا التحلل الكهربائي لتنقية الفلزات



خلايا الطلاء الكهربائي: الطلاء الكهربائي:عملية طلاء فلز بطبقة رقيقة من فلز اخر باستخدام طريقة التحليل الكهربائي لغرض حماية المعادن من الصدأ والتأكل.تتركب خليه الطلاء الكهربائي من قطب الانود المكون من الفلز النقي المراد الطلاء به مثل الفضه النقية. والكاثود يتكون من سطح الفلز للمادة المراد طلاؤها مثل ملعقة طعام وما شابه، اما محلول الخلية يجب ان يحتوي على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به مثل محلول نترات الفضة $AgNO3$ عند الطلاء بالفضة او محلول نترات الذهب عند الطلاء بالذهب.



س / على ماذا تعتمد نوعيه وجودة الطلاء الكهربائي؟

ج / 1. ان يكون شدة التيار المستخدمه ضعيفه، 2. تركيز ايونات الفلزات المراد الطلاءبه قليلة

9 . قوانين فارادي:

القانون الاول : تتناسب كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود اوتتحرر كغازات عند هذه الاقطاب طردياً مع الكمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية.

القانون الثاني : تتناسب كتلة المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود وتذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب باستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة

(وفي قانون فرادي الثاني تستخدم مجموعة من الخلايا الالكتروليتية المربوطة على التوالي).

10 . البطاريات (النضائد):

بطاريات الخزن الرصاصية:

تتركب من :

الانود : مصنوع من مادة الرصاص **pb** الكاثود : مصنوع من اوكسيد الرصاص **pbo_2**

القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي(حامض الكبريتيك)كثافته **(1.2 - 1.3)g/ml**

عملها : الانود/ $pb_{(S)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)} \longrightarrow pbSO_4 + 2e^-$

الكاثود / $pbO_2 + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- \longrightarrow pbSO_{4(aq)} + 2H_2O_{(L)}$

تفاعل التفريغ التفاعل العام / $pb_{(s)} + pbO_{2(S)} + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2\,pbSO_{4(S)} + 2H_2O_{(L)}$

استعمالاتها: تستعمل في تشغيل السيارات والاجهزة الكهربائية والصناعية وتتكون من ثلاث خلايا تعمل كخلية كلفانية جهدها **6v** او ست خلايا تعمل كخلية كلفانية جهدها **12 v**.

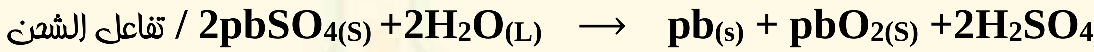
مميزاتها :

1. تعمل في وسط حامضي
2. يمكن اعادة شحنها
3. جهدها لكل خلية **2 v**
4. كبيرة الحجم وتكاليفها واطئة.

علل/عند قياس كثافة حامض الكبريتيك يمكن معرفة كفائة البطارية (حاجتها للشحن)

ج/لانه باستمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص $pbSO4$ بشكل مسحوق ابيض على القطبين فيستهلك الحامض وتزداد كمية الماء وهذا يؤدي الى انخفاض كثافة المحلول فتقل كفائة البطارية .

x عند عمل الخلية (عند التفريغ)تسلك البطارية كخلية كلفانية ولكن عند الشحن سيمرر التيار الكهربائي الخارجي لعكس تفاعل الخلية فتصبح البطارية مجموعة خلايا الكتروليتية حيث يتفكك الراسب $pbSO_4$ من على القطبين ويستعيد الحامض تركيزه



تفاعل الشحن / $2pbSO_{4(S)} + 2H_2O_{(L)} \longrightarrow pb_{(s)} + pbO_{2(S)} + 2H_2SO_4$

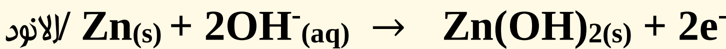
الخلية الجافة (خارصين–كاربون):

4–19 مم يتكون انود وكاثود البطارية الجافة ؟ اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام واهم مميزاتها.

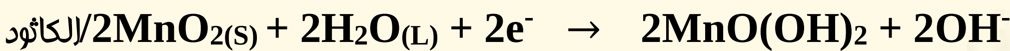
تركيبها : الانود : وعاء خارصين مملوء بمعجون رطب من Mno_2 وكاربون (كرافيت) وكلوريد الامونيوم NH_4Cl

الكاثود : عمود من الكاربون.

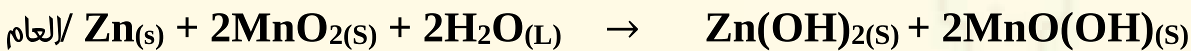
عملها:



الانود/ $Zn_{(s)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow Zn(OH)_{2(s)} + 2e^-$



الكاثود/ $2MnO_{2(S)} + 2H_2O_{(L)} + 2e^- \rightarrow 2MnO(OH)_2 + 2OH^-$



العام/ $Zn_{(s)} + 2MnO_{2(S)} + 2H_2O_{(L)} \rightarrow Zn(OH)_{2(S)} + 2MnO(OH)_{(S)}$

مميزاتها : 1. جهدها 1.48 V   2. غير قابلة للشحن   3. صغيرة الحجم

إستعمالاتها : تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب وغيرها.

4 – 1 عرف المصطلحات الاتية : الانود ، القوة الدافعة الكهربائية ، جهد الاختزال القياسي ، الجسر الملحي.

تعاريف موجودة ضمناً في الملزمة .

لا تنتظر المساعدة من احد

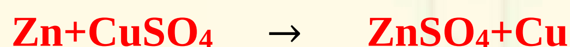
فأنت الوحيد الذي يستطيع مساعدة نفسك .... للوصول الى الخلاص .... مصطفى كامل ابراهيم

سؤال **4–9** / ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خليه دانيال) و خلية التحليل الكهربائي

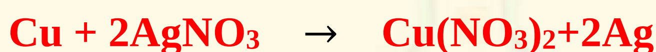
خلية التحليل الكهربائي	الخلية الجلفانية
1. تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث التفاعل	1. تستخدم تفاعل كيميائي للحصول على طاقة كهربائية
2. تفاعلاتها غير تلقائية ΔG (موجبة)	2.تفاعلات ها تلقائية ΔG (سالبة)
3 . لا يستخدم فيها جسر ملحي	3.يستخدم فيها جسر ملحي
4.تنتقل فيها الالكترونات من مصدر الجهد الخارجي	4.تنتقل فيها الالكترونات عبر السلك المعدني الخارجي والايونات تنتقل بين المطولين عن طريق الجسر الملحي
5 . مثل خلايا التحليل الكهربائي (خلية الطلاء الكهربائي و خلايا تنقية الفلزات)	5.مثل خلية دانيال ، بطارية السيارات (نظائد الاجهزة الكهربائية)

المسائل الرياضية

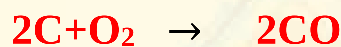
مثال 4 – 3 حدد العامل امؤكسد و العامل المختزل في كل من التفاعلات الآتية :



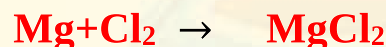
$$Zn+CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4+Cu$$



$$Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2+2Ag$$

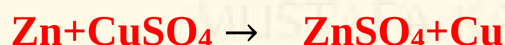


$$2C+O_2 \rightarrow 2CO$$



$$Mg+Cl_2 \rightarrow MgCl_2$$

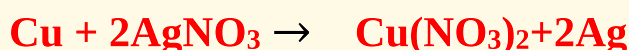
الحل



$$Zn+CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4+Cu$$

$Zn \rightarrow Zn^{+2}+2e^-$ عانى التأكسد لذا هو عامل مختزل

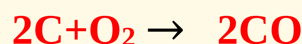
$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$ عانى اختزال لذا هو عامل مؤكسد



$$Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2+2Ag$$

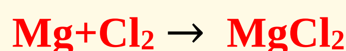
عانى التأكسد لذا هو عامل مختزل $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$

عانى اختزال لذا هو عامل مؤكسد $2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag$


$2C + O_2 \rightarrow 2CO$

عاني التأكسد لذا هو عامل مختزل $2C \rightarrow 2C^{+2} + 4e^-$

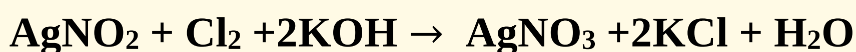
عاني اختزال لذا هو عامل مؤكسد $O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{-2}$


$Mg + Cl_2 \rightarrow MgCl_2$

عاني التأكسد لذا هو عامل مختزل $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$

عاني اختزال لذا هو عامل مؤكسد $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

سؤال 4– 15 حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل


$AgNO_2 + Cl_2 + 2KOH \rightarrow AgNO_3 + 2KCl + H_2O$

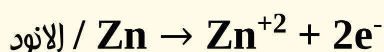
أنواع الاسئلة الخاصة بموضوع إيجاد $E°_{Cell}$

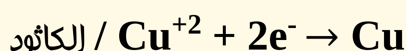
النوع الاول : يعطي جهود الاختزال القياسية ($E°$) فقط .... الحل / نجعل جهد الاختزال الاقل انودآ

مثال 4 – 5 اكتب تفاعلات نصفي خلية دانيال وتفاعلها العام . ثم احسب جهد الخلية القياسي اذا علمت ان :

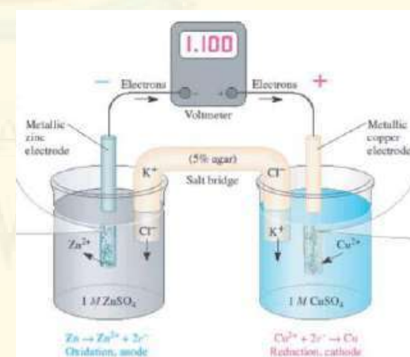
$E_{Zn^{+2}/zn} = -0.76\ v\ ,\ E_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ v$

الحل


الانود / $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $E^0_{anod} = +0.76\ v$

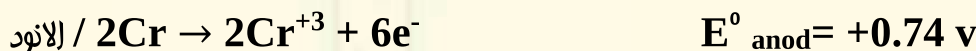

الكاثود / $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$ $E^0_{cathod} = +0.34\ v$


التفاعل العام / $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$ $E^0_{cell} = 1.10\ v$

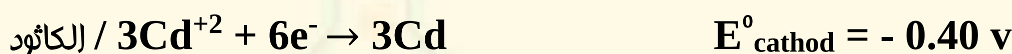


تمرين 4 – 5 احسب جهد الخلية القياسي المكونة من قطب كادميوم مغمور في محلول 1M من نترات الكادميوم وقطب الكروم المغمور في 1M من نترات الكروم علماً : $E^{o}_{cd^{+2}/cd} = -0.40\ v$ $E^{o}_{cr^{+3}/cr} = -0.74\ v$

الحل



الانود / $2Cr \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e^{-}$ $E^{o}_{anod} = +0.74\ v$



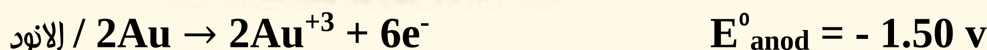
الكاثود / $3Cd^{+2} + 6e^{-} \rightarrow 3Cd$ $E^{o}_{cathod} = -0.40\ v$



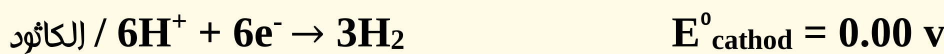
التفاعل العام / $2Cr + 3Cd^{+2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 3Cd$ $E^{o}_{cell} = 0.34\ v$

سؤال 4 – 12 ايهما يحرر الهيدروجين في محلول ايوناته الالمنيوم ام الذهب ولماذا ؟ علماً : $E^{o}_{Al^{+3}/Al} = -1.67\ v$ $E^{o}_{Au^{+3}/Au} = 1.50\ v$

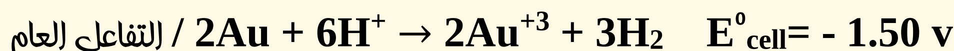
الحل / يتحرر الهايدروجين عندما يكون هو قطب الكاثود وجهد الخلية موجب $E^{o}_{cell} = +$



الانود / $2Au \rightarrow 2Au^{+3} + 6e^{-}$ $E^{o}_{anod} = -1.50\ v$

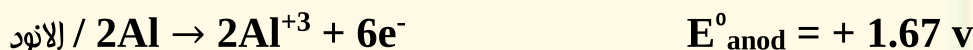


الكاثود / $6H^{+} + 6e^{-} \rightarrow 3H_2$ $E^{o}_{cathod} = 0.00\ v$

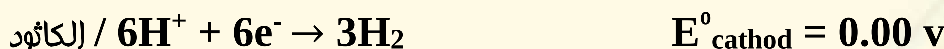


التفاعل العام / $2Au + 6H^{+} \rightarrow 2Au^{+3} + 3H_2$ $E^{o}_{cell} = -1.50\ v$

التفاعل غير تلقائي ولا يتحرر الهايدروجين



الانود / $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^{-}$ $E^{o}_{anod} = +1.67\ v$



الكاثود / $6H^{+} + 6e^{-} \rightarrow 3H_2$ $E^{o}_{cathod} = 0.00\ v$



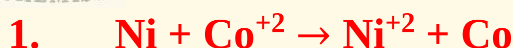
التفاعل العام / $2Al + 6H^{+} \rightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$ $E^{o}_{cell} = +1.67\ v$

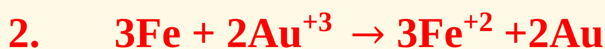
التفاعل تلقائي ويتحرر الهايدروجين

النوع الثاني : يعطي جهود الاختزال مع معادلة.........الحل / نجعل المادة المتأكسدة انوداً (التي تتحول من عدد تأكسد معين الى عدد تأكسد اعلى)

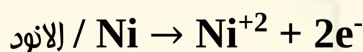
تمرين 4 – 6 هل يمكن حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال في المعادلات التالية بشكل تلقائي

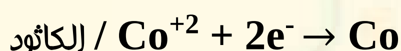
$(E^{o}_{Au^{+3}/Au} = 1.50\ v\ ,\ E^{o}_{Fe^{+2}/Fe} = -0.44\ v\ ,\ E^{o}_{Co^{+2}/Co} = -0.28\ v\ ,\ E^{o}_{Ni^{+2}/Ni} = -0.25\ v)$


1. $Ni + Co^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$


2. $3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

الحل 1.

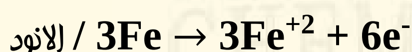

الانود / $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $E^o_{anod} = +0.25\ v$

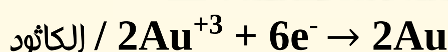

الكاثود / $Co^{+2} + 2e^- \rightarrow Co$ $E^o_{cathod} = -0.28\ v$

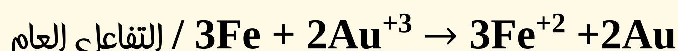

التفاعل العام / $Ni + Co^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$ $E^o_{cell} = -0.03\ v$

لان جهد الخلية E^o_{cell} سالب فان تفاعلات الاقطاب غير تلقائية .

2.


الانود / $3Fe \rightarrow 3Fe^{+2} + 6e^-$ $E^o_{anod} = +0.44\ v$


الكاثود / $2Au^{+3} + 6e^- \rightarrow 2Au$ $E^o_{cathod} = 1.50\ v$

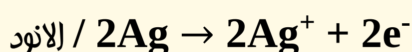

التفاعل العام / $3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$ $E^o_{cell} = 1.94\ v$

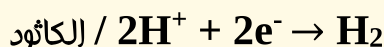
لان E^o_{cell} موجبة اذن تفاعلات الاقطاب تلقائية

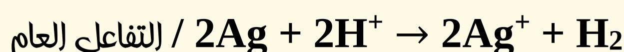
النوع الثالث : إذابة الفلز .... الحل / نجعل الفلز انوداً ونجد جهد الخلية فاذا كان موجب فالفلز يذوب واذا سالب فالفلز لا يذوب

تمرين 4 – 8 هل بأمكان محلول HCl إذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي ايون Ag^{+1} بتركيز 1M علماً: $E^o_{Ag^{+1}/Ag} = 0.80\ v$

الحل / سنفرض ذوبان الفلز عند الانود


الانود / $2Ag \rightarrow 2Ag^+ + 2e^-$ $E^o_{anod} = -0.80\ v$


الكاثود / $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $E^o_{cathod} = 0.00\ v$


التفاعل العام / $2Ag + 2H^+ \rightarrow 2Ag^+ + H_2$ $E^o_{cell} = -0.80\ v$

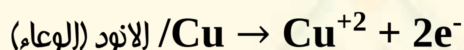
لان $E^o_{cell} = -$ اذن التفاعل لا تلقائي وعدم ذوبان الفضة في المحلول

النوع الرابع : حفظ محلول في اناء ..... الحل / نجعل الاناء انودا

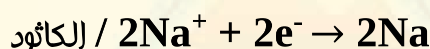
سؤال 4 – 16 هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام NaCl في اناء مصنوع من النحاس؟

علماً: $E^{0}_{cu^{+2}/cu} = 0.34\ v$, $E^{0}_{Na^{+}/Na} = -2.70\ v$

ملاحظة : في حل المسائل نجعل فلز الوعاء انوداً دائماً وفلز المادة المراد حفظها فيه كاثود



الانود (الوعاء) $/Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^{-}$ $E^{0}_{cathod} = -0.34\ v$



الكاثود $/ 2Na^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Na$ $E^{0}_{cathod} = -2.70\ v$



التفاعل العام $/ 2Na^{+} + Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2Na$ $E^{0}_{cell} = -3.04\ v$

لان $E^{0}_{cell} = -$ اذن لايحصل تفاعل بينهما ولا يذوب النحاس في الملح أي يمكن حفظ النحاس في المحلول

سؤال 4 – 17 / هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في إناء من النيكل ام لا يمكن؟بين ذلك مع ذكر السبب؟ علماً: $E^{0}_{Ni^{+2}/Ni} = -0.24\ v$, $E^{0}_{cu^{+2}/cu} = 0.34\ v$

ملاحظة: عندما يراد حفظ مادة في وعاء معين يجب ان يكون فلز الوعاء كاثود لانه لايحصـــل تفاعل بين الوعاء وفلز المادة المراد حفظها فيه. ولكن اذا كان الوعاء انود سيحصل تفاعل بين فلز الوعاء وفلز المادة و في هذه الحالة لا يمكن حفظ المادة فيه.

التعبير عن الخلية الكلفانية كتابةً :

نكتب تفاعل الانود (التأكسد) على جهة اليسار وتفاعل الكاثود (الاختزال) على اليمين ونفصل بينهما خطان عاموديان متوازيان تمثل الجسر الملحي في الخلية.

انود // كاثود

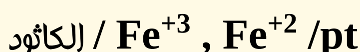
فلز / ايون // ايون / فلز   (خلية اقطاب فلزات)

pt / غاز / ايون // ايون / غاز / pt   (خلية اقطاب غازية)

ملاحظة : القطب الايوني يكتب وفق قاعدة الاقطاب الغازية.

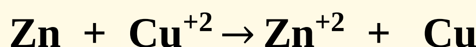


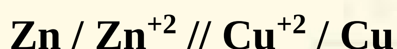
الانود $/pt/ Fe^{+2} , Fe^{+3}$



الكاثود $/ Fe^{+3} , Fe^{+2} /pt$

مثال / عبر عن خلية دانيال الفولتائية كتابة التي تفاعلها العام.


$Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

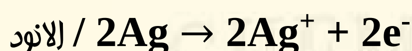

$Zn / Zn^{+2} // Cu^{+2} / Cu$

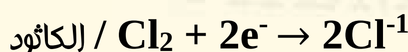
تمرين 4 - 7 التفاعل العام لخلية كلفانية كالأتي: $2Ag + Cl_2 \rightarrow 2Cl^{-1} + 2Ag^{+1}$

عبر عن الخلية كتابة ، واحسب جهدها في (ظ ، ق) ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال علماً ان

$E^0_{Ag^{+1}/Ag} = 0.80\ v\ ,\ E^0_{Cl2/Cl^{-1}} = 1.36\ v$

الحل 
$Ag / Ag^{+} // Cl^{-1} / Cl_2 / Pt$


الانود / $2Ag \rightarrow 2Ag^{+} + 2e^{-}$ $E^0_{anod} = -\ 0.80\ v$


الكاثود / $Cl_2 + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-1}$ $E^0_{cathod} = 1.36\ v$


التفاعل العام / $2Ag + Cl_2 \rightarrow 2Ag^{+} + 2Cl^{-1}$ $E^0_{cell} = 0.56\ v$

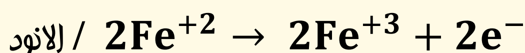
سؤال 4 –13 هل يجري تفاعل الخلية التالية المعبر عنها أدناه تلقائياً أم لا؟ علماً ان جهود الاختزال القياسي

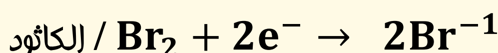
$E^\circ_{Br_2/Br^-} = +1.07\ V$ و $E^\circ_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0.77\ V$

$Pt|Fe^{+2}\ (1M);\ Fe^{3+}\ (1M)\ ||\ Br^{-}\ (1M)\ |Br_2\ (1\ atm)\ |Pt$

الحل /


الانود / $2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e^-$ $E^\circ_{anod} = -\ 0.77\ v$


الكاثود / $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^{-1}$ $E^\circ_{cathod} = +1.07\ v$


التفاعل العام/ $2Fe^{+2} + Br_2 \rightarrow 2Fe^{+3} + 2Br^{-1}$ $E^\circ_{cell} = 0.3\ v$


∵ E_{cell} قيمة موجبة + ∴ التفاعل تلقائي

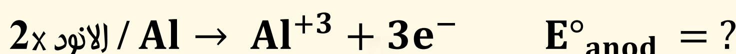
∴ ايون Fe^{+2} يؤدي الى اختزال Br_2 ولكن لا يؤكسد Br_2 فالتفاعل لا يسير بلاتجاه الخلفي .

سؤال 4 –28 للخلية الاتية :

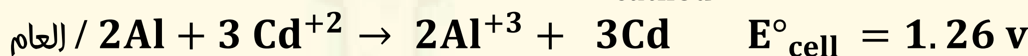

$Al|\ Al^{3+}\ (1\ M)\ ||\ Cd^{2+}\ (1M)\ |Cd$

اذاعلمت ان جهد الخلية القياسي يساوي (1.26V) وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي $E^\circ_{Cd^{2+}/Cd} = -\ 0.40\ v$ احسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم ؟

Sol:


2x الانود / $Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^-$ $E°_{anod} = ?$


3x الكاثود / $Cd^{+2} + 2e^- \rightarrow Cd$ $E°_{cathod} = -0.40\ v$


العام / $2Al + 3\,Cd^{+2} \rightarrow 2Al^{+3} + 3Cd$ $E°_{cell} = 1.26\ v$

$E°_{cell} = E°_{anod} + E°_{cathod}$

$1.26 = E°_{anod} + (-0.40)$

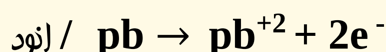
$E°_{anod} = 1.26 + 0.40 = 1.66\ v$ جهد تاكسد Al

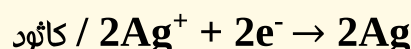
$E°_{cathod} = -1.66\ v$ جهد اختزال Al^{+3}

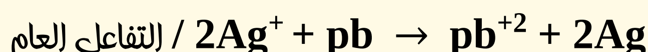
العلاقة بين E^0_{cell} , $\Delta G°$, Keq

الإنسان الناجح هو الذي يضع هدفه نصب عينيه ويعمل على تحقيق ذلك الهدف بكل ما أوتي من قوة هذا هو الاخلاص........

مثال 4 – 7 خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام : $2Ag^{+1} + pb \rightarrow 2Ag + pb^{+2}$ احسب قيمة ΔG^0 لهذه الخلية وكذلك ثابت الاتزان Keq عند $E^0_{Ag^{+1}/Ag} = 0.80\ v$, $E^0_{pb^{+2}/pb} = -0.13\ v$, 25 c


انود / $pb \rightarrow pb^{+2} + 2e^-$ $E^0_{cathod} = +0.13$


كاثود / $2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag$ $E^0_{cathod} = +0.80\ v$


التفاعل العام / $2Ag^+ + pb \rightarrow pb^{+2} + 2Ag$ $E^0_{cell} = +0.93\ v$

$\Delta G^0 = -nFE^0_{cell}$

$\Delta G^0 = -(2 \times 96500 \times 0.93) = -179490\ J/mol$

$E^0 = \frac{RT}{nF} \ln Keq$

$E° = \frac{0.026}{n} \text{lin Keq}$

$0.93 = \frac{0.026}{2} (2.3) \log keq$

$0.93 = \frac{0.06}{2} \log keq$

$0.93 = 0.03 \log keq$

$\text{Log keq} = \frac{0.93}{0.03}$

$(\text{Log keq} = 31)\ \log^{-1}$

$K = \log^{-1} 31 = 10^{31}$

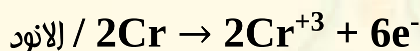
تمرين 4 – 9 احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية القياسي في $25\ c^{0}$



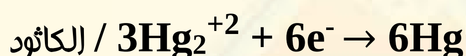
$3Hg_2^{+2} + 2Cr \rightarrow 6Hg + 2Cr^{+3}$

علماً: $E^{0}_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74\ v\ ,\ E^{0}_{Hg^{2+}/Hg} = 0.85\ v$

الحل



الانود / $2Cr \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e^{-}$ $E^{0}_{anod} = +0.74\ v$



الكاثود / $3Hg_2^{+2} + 6e^{-} \rightarrow 6Hg$ $E^{0}_{cathod} = +0.85\ v$



التفاعل العام / $2Cr + 6Hg_2^{+2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 6Hg$ $E^{0}_{cell} = +1.59\ v$

$\Delta G^{0} = -nFE^{0}_{cell} = -(6 \times 96500 \times 1.59) = -920610\ J/mol$ تلقائي

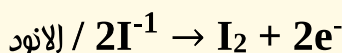
تمرين 4 – 10 تفاعل الخلية القياسي التالي في 25c



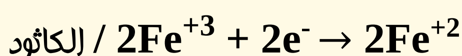
$2Fe^{+3} + 2I^{-1} \rightarrow 2Fe^{+2} + I_2$

اذا علمت ان $E^{0}_{Fe^{+3}/Fe} = 0.77\ v\ ,\ E^{0}_{I/2I^{-}} = 0.53\ v$ احسب ΔG^{0} و Keq

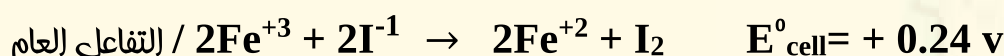
الحل/



الانود / $2I^{-1} \rightarrow I_2 + 2e^{-}$ $E^{0}_{anod} = -0.53\ v$



الكاثود / $2Fe^{+3} + 2e^{-} \rightarrow 2Fe^{+2}$ $E^{0}_{cathod} = +0.77\ v$



التفاعل العام / $2Fe^{+3} + 2I^{-1} \rightarrow 2Fe^{+2} + I_2$ $E^{0}_{cell} = +0.24\ v$

$\Delta G^{0} = -nFE^{0}_{cell}$

$\Delta G^{0} = -(2 \times 96500 \times 0.24)$

$\Delta G^{0} = -46320\ J/mol$ تلقائي

$E^{0} = \frac{RTlnk}{nF}$

$E^{\circ} = \frac{0.026}{n} lin\ Keq$

$0.24 = \frac{0.026}{2}(2.3) \log keq$

$0.24 = \frac{0.06}{2} \log keq$

$0.24 = 0.03 \log keq$

$Log\ keq = \frac{0.24}{0.03}$

$(Log\ keq = 8)\ \log^{-1}$

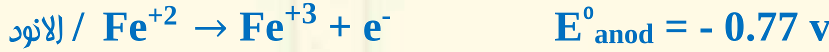
$K = \log^{-1} 8$

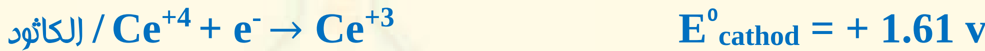
$K = 10^{8}$

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

سؤال 4 – 5 عند الظروف القياسية اي تفاعل سيجري تلقائياً في محلول مائي يحتوي ايونات $Ce^{+4}, Ce^{+3}, Fe^{+3}, Fe^{+2}$
ثم احسب ΔG^0 و Keq اذا علمت ان : $E^0_{Ce^{+4}/Ce^{+3}} = 1.61\ v$, $E^0_{Fe^{+3}/Fe^{+2}} = 0.77\ v$

الحل / ليكون التفاعل تلقائي يجب ان نختار القطب الذي لديه جهد اقل لنجعله انودا وهو Fe


الانود / $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^-$ $E^0_{anod} = -0.77\ v$


الكاثود / $Ce^{+4} + e^- \rightarrow Ce^{+3}$ $E^0_{cathod} = +1.61\ v$

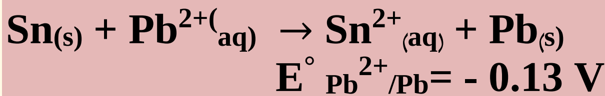

التفاعل العام / $Fe^{+3} + Ce^{+4} \rightarrow Fe^{+2} + Ce^{+3}$ $E^0_{cell} = +0.84\ v$

$\Delta G^0 = -nFE^0_{cell}$

$\Delta G^0 = -1 \times 96500 \times 0.84$

$\Delta G^0 = -81060\ J/mol$

$E^0 = \frac{RTlnk}{nF}$


$E^\circ = \frac{0.026}{n} \text{lin Keq}$

$0.84 = \frac{0.026}{1}(2.3)\log keq$

$0.84 = \frac{0.06}{1}\log keq$

$\frac{0.84}{0.06} = \log keq$

$14 = \log keq\ )\ \log^{-1}$

$k_{eq} = \log^{-1} 14 = 10^{14}$

سؤال 4 – 37 احسب ثابت الاتزان للتفاعل الاتي:

$Sn_{(s)} + Pb^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow Sn^{2+}{}_{(aq)} + Pb_{(s)}$

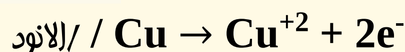
علما ان جهود الاختزال القياسيه $E^\circ_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ $E^\circ_{Pb^{2+}/Pb} = -0.13\ V$

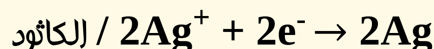
إعتماد جهد الخلية على التركيز (معادلة نيرنست) :

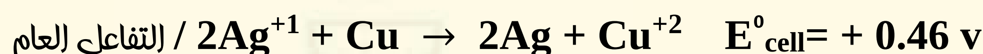
نجاحك وسعادتك ..... متوقفان عليك

مثال 4 – 8 احسب جهد الخلية E_{cell} عند 25 C للخلية التي تفاعلها العام $2Ag^{+1} + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{+2}$

اذا علمت ان : $Cu^{+2} = 0.01\ M$, $Ag^{+1} = 0.01M$, $E^0_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$, $E^0_{Ag^{+1}/Ag} = 0.80\ V$


الانود/ / $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ $E^o_{anod} = -0.34$ v


الكاثود / $2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag$ $E^o_{cathod} = +0.80$ v


التفاعل العام / $2Ag^{+1} + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{+2}$ $E^o_{cell} = +0.46$ v

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF}\ \ln Q$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ \ln Q$$

$$E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2}\ (2.3)\log\frac{[Cu^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$$

$$E_{cell} = 0.46 - \frac{0.06}{2}\ \log\frac{0.01}{(0.01)^2}$$

$$E_{cell} = 0.46 - 0.03\ \log\frac{0.01}{0.0001}$$

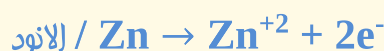
$$E_{cell} = 0.46 - 0.03\ \log\frac{10^{-2}}{10^{-4}}$$

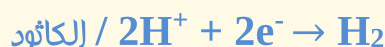
$$E_{cell} = 0.46 - 0.03\ \log 10^{2}$$

$$E_{cell} = 0.46 - 0.03\ (2)$$

$$E_{cell} = 0.46 - 0.06 = 0.4 \text{ v}$$

تمرين 4 – 11 خلية كلفانية مكونة من قطب هيدروجين SHE وقطب خارصين وان $E_{ceel} = 0.73$ فاذا كان $[Zn^{+2}] = 0.1$ M وضغط غاز $H_2 = 1$ atm احسب التركيز المولاري لل H^+ و PH علماً ان : $E^o_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76$ V


الانود / $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $E^o_{anod} = +0.76$ v


الكاثود / $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $E^o_{cathod} = 0.00$ v


التفاعل العام / $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{+2} + H_2$ $E^o_{cell} = +0.76$ v

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF}\ \ln Q$$

$$0.73 = 0.76 - \frac{0.026}{2}\ (2.3)\log\frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$$

$$0.73 - 0.76 = -\frac{0.06}{2}\ \log\frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$(-0.03 = -\ 0.03\log\frac{0.1}{[H^+]^2})\ x\ -1$$

$$0.03 = 0.03\log\frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$\log\frac{0.1}{[H^+]^2} = \frac{0.03}{0.03}$$

$$\log\frac{0.1}{[H^+]^2} = 1 \qquad (\log 10 = 1)$$

$$\log\frac{0.1}{[H^+]^2} = \log 10$$

$$\frac{0.1}{[H^+]^2} = 10$$

$$[H^+]^2 = \frac{0.1}{10}$$

$$[H^+]^2 = 0.01$$

$$H^+ = 0.1 \text{ mol/L}$$

$$pH = -\log[H^+]$$

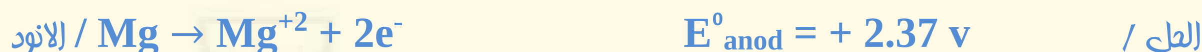
$$pH = -\log 0.1$$

$$pH = -\log 10^{-1} \qquad pH = 1$$

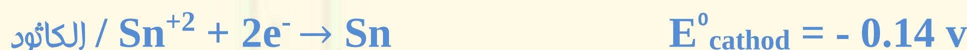
تمرين 4 – 12 احسب ΔG , E_{cell} , E^0_{cell} للخلية الاتية : $Mg / Mg^{+2}(0.05\ M) // Sn^{+2}/Sn(0.04M)$

واذا علمت ان : $E^0_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37\ v$ $E^0_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14\ v$

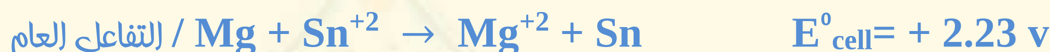
الحل /



الانود / $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $E^0_{anod} = +2.37\ v$



الكاثود / $Sn^{+2} + 2e^- \rightarrow Sn$ $E^0_{cathod} = -0.14\ v$



التفاعل العام / $Mg + Sn^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Sn$ $E^0_{cell} = +2.23\ v$



1 0.04 0.05 1

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{RT}{nF}\ \ln Q$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n}\ \ln Q$$

$$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2}\ (2.3)\ \log \frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$$

$$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.06}{2}\ \log \frac{0.05}{0.04}$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.03\ \log \frac{5}{4}$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.03\ (\log 5 - \log 4)$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.03\ (0.7 - 0.6)$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.03\ (0.1)$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.003 = 2.227\ v$$

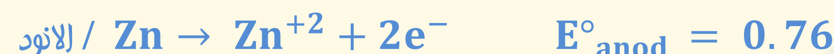
$$E_{cell} = 2.2\ v$$

$$\Delta G = -nFE = -(2 \times 96500 \times 2.2)$$

$$\Delta G = -424600\ J/mol$$

سؤال 4 – 7 / لتفاعل الخلية الاتية احسب ΔG $3Zn(s) + 2Cr^{3+}(aq) \rightarrow 3Zn^{2+}(aq) + 2Cr(s)$ وان جهود الاختزال القياسية $[Cr3+] =$ $0.1\ M$, $[Zn2+] = 0.01\ M$ علما ان: $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$ ، $E^0_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74\ V$

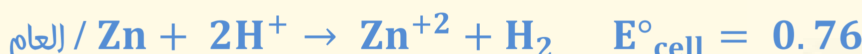
سؤال 4–8 إحسب $E°_{cell}$ للخلية المكونة من نصفي التفاعل Zn/Zn^{+2} و SHE . كم سيكون جهد الخلية E_{cell} اذا كان $[Zn^{2+}] =$ $0.45\ M$ و $P_{H2} = 1\ atm$ و $[H^+] = 1.8\ M$. اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E°_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$



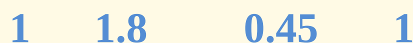
الانود / $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $E°_{anod} = 0.76$



الكاثود / $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $E°_{cathod} = 0.00$



العام / $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{+2} + H_2$ $E°_{cell} = 0.76$



1 1.8 0.45 1

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n}\ \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$$

$$= 0.76 - \frac{0.026}{2} \times 2.303\ \log \frac{[0.45]}{[1.8]^2}$$

$$= 0.76 - \frac{0.06}{2} \times \log \frac{[0.45]}{[1.8]^2}$$

$$E_{cell} = 0.76 - 0.03 \times \log \frac{(0.45)}{3.24}$$

$$E_{cell} = 0.76 - (0.03 \times \log 0.14)$$

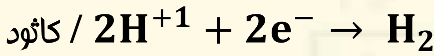
$$E_{cell} = 0.76 - (0.03 \times -0.9)$$

$$E_{cell} = 0.76 + 0.03 = 0.79\ v$$

سؤال 4 –14 احسب جهد قطب غاز H_2 في $25\ ^{\circ}C$ وضغط 1 atm اذا علمت ان pH محلوله الالكتروليتي =1

Sol:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1}$$



$$\quad 0.1 \qquad\qquad 1$$

$$E = E^{\circ} - \frac{0.026}{n} \ln Q$$

$$E = E^{\circ} - \frac{0.026}{n} \times 2.303 \log Q$$

$$E = E^{\circ} - \frac{0.06}{n} \times \log \frac{[H_2]}{[H^+]^2}$$

$$E = 0 - \frac{0.06}{2} \times \log \frac{1}{(0.1)^2}$$

$$E = 0 - 0.03 \times \log 10^{+2}$$

$$E = -0.03 \times 2$$

$$E = -0.06\ V$$

سؤال 4 –21 احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين اذا كان جهد اختزال الخارصين غير القياسي يساوي (-0.82 v) وجهد اختزاله القياسي $E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ v

Sol:



$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn]}{[Zn^{+2}]}$$

$$-0.82 = -0.76 - \frac{0.026\,(2.3)}{2} \log \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$-0.06 = -0.03 \times \log \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$\log \frac{1}{[Zn^{+2}]} = \frac{+0.06}{0.03}$$

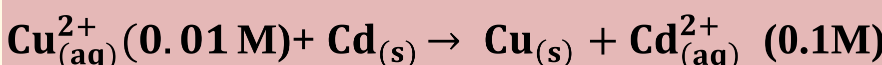
$$\left(\log \frac{1}{[Zn^{+2}]} = 2\right) \times \log^{-1}$$

$$\frac{1}{[Zn^{+2}]} = \log^{-1} 2$$

$$\frac{1}{[Zn^{+2}]} = 10^2 \quad \Rightarrow \quad [Zn^{+2}] = \frac{1}{10^2} = 1 \times 10^{-2}\ M$$

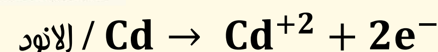
سؤال 4-22 احسب جهد خلية دانيال اذا علمت ان تركيز كبريتات الخارصين (0.1 M) وتركيز كبريتات النحاس (0.01 M) في درجة . 25 °C وان الجهد القياسي للخلية يساوي 1.101V)

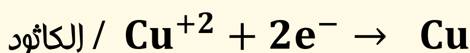
سؤال 4–24 خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25C^{\circ}$

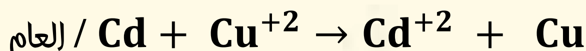


وجهدها القياسي يساوي (+0.74V) احسب التغير في الطاقة الحرة.

Sol:

الانود / 
$Cd \rightarrow Cd^{+2} + 2e^-$

الكاثود / 
$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

العام / 
$Cd + Cu^{+2} \rightarrow Cd^{+2} + Cu$


1   0.01   0.1   1

$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln Q$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \times 2.303 \log \frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$$

$$E_{cell} = 0.74 - \frac{0.026}{2} \times \log \frac{0.1}{0.01}$$

$$E_{cell} = 0.74 - 0.03 \times \log 10$$

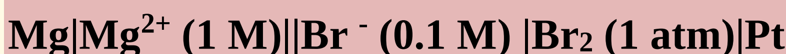
Log 10 =1

$$E_{cell} = 0.74 - 0.03 = 0.71\ v$$

$$\Delta G = -n FE$$

$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 0.71 = -137030\ J/mol$$

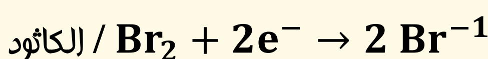
سؤال 4–25 حسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة 25°C :

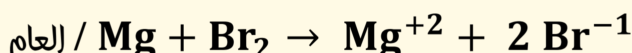

$Mg|Mg^{2+}\ (1\ M)||Br^-\ (0.1\ M)\ |Br_2\ (1\ atm)|Pt$

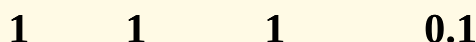
اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E°_{Br2\ /Br^-} = +1.07\ v$ و $E°_{Mg^{2+}\ /Mg} = -2.37\ v$

Sol:

الانود / 
$Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $E°_{anod} = +2.37$

الكاثود / 
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2\ Br^{-1}$ $E°_{cathod} = +1.07$

العام / 
$Mg + Br_2 \rightarrow Mg^{+2} + 2\ Br^{-1}$ $E°_{cell} = +3.44\ v$


1   1   1   0.1

$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln Q$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{2} \times 2.3 \times \log \frac{[Mg^{+2}][Br^-]^2}{1}$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.06}{2} \times \log \frac{(0.1)^2}{1}$$

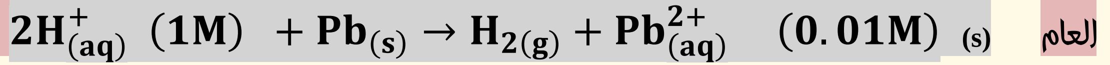
$$E_{cell} = 3.44 - 0.03 \times \log 10^{-2}$$

$$E_{cell} = 3.44 - 0.03 \times (-2)$$

$$E_{cell} = 3.44 + 0.06 = 3.50\ v$$

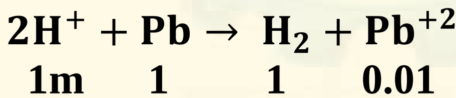
$$\Delta G = -nFE = -2 \times 96500 \times 3.5 = -675500\ J/mol$$

سؤال 4–26 ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة 25°C علما ان $K_{eq} = 2.3 \times 10^4$ وان التفاعل العام



$$2H^+_{(aq)}\ (1M) + Pb_{(s)} \rightarrow H_{2(g)} + Pb^{2+}_{(aq)}\ (0.01M)\ _{(s)}$$

Sol:



$$E° = \frac{0.026}{n} \text{In Keq}$$

$$E° = \frac{0.026}{n} \times (2.303)\log Keq$$

$$E° = 0.03 \times \log 2.3 \times 10^4$$

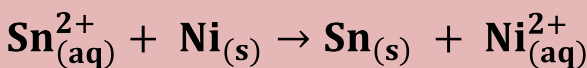
$$E° = 0.03 \times \log 2.3 + \log 10^4$$

$$E° = 0.03 \times 0.36 + 4$$

$$E° = 0.03 \times 4.36 = 0.1308\ V$$

$$2H^+ + Pb \rightarrow H_2 + Pb^{+2}$$

1m 1 1 0.01



$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \text{In Q}$$

$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2} \times 2.303 \log \frac{10^{-2}}{1}$$

$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.0592}{2} \times \log 10^{-2}$$

$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.0592}{2} \times -2$$

$$E_{cell} = 0.13 + 0.0592 = 0.1892\ V$$

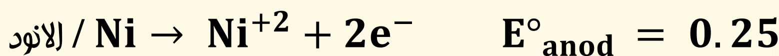
$$\Delta G = -n\,FE = -2 \times 96500 \times 0.1892 = -36515\ J/mol$$

سؤال 4–27 خلية فولتائية في درجة 25 °C تفاعلها العام:

$$Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)} \rightarrow Sn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$$

اذا علمت ان جهد الخلية غير القياسي يساوي ($+0.17$ v). احسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+} علما ان قطب القصدير في ظروفه القياسية وجهود الاختزال $E°_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14$ v و $E°_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25$ v

Sol :



الانود / $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\quad E°_{anod} = 0.25$



الكاثود / $Sn^{+2} + 2e^- \rightarrow Sn$ $\quad E°_{cathod} = -0.14$



العام / $Ni + Sn^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Sn$ $\quad E°_{cell} = +0.11$ v

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \text{In Q}$$

عندما يذكر ان القطب في الظروف القياسية ذلك يعني ان تركيز ايونة يساوي 1

$$0.17 = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \times 2.303 \log \frac{[Ni^{+2}]}{1}$$

$$0.17 = 0.11 - \frac{0.06}{2} \times \log [Ni^{+2}]$$

$$0.17 - 0.11 = -0.03 \times \log [Ni^{+2}]$$

$$0.06 = -0.03 \times \log [Ni^{+2}]$$

$$\frac{0.06}{-0.03} = \log [Ni^{+2}]$$

$$(\log [Ni^{+2}] = -2\,) \times \log^{-1}$$

$$[Ni^{+2}] = \log^{-1}(-2)$$

$$[Ni^{+2}] = 10^{-2} = 0.01\ M$$

سؤال 4 – 29 خلية كلفانية في درجة 25 °C احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه 0.01 M ؟ أحسب الاس الهيدروجيني (pH) لمحلول قطب الهيدروجين اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية 48.25 kJ/mol− وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي 0.25 v - ؟

Sol:


الانود / $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anod} = +0.25$


الكاثود / $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\quad E^\circ_{cathod} = 0.00$


العام / $Ni + 2H^+ \rightarrow Ni^{+2} + H_2$ $\quad E^\circ_{cell} = 0.25\ v$

$$\Delta G = -49 \times 1000 = -49000\ J$$

$$\Delta G = -nFE \Rightarrow -48250 = 2 \times 96500 \times E$$

$$E_{cell} = \frac{-48250}{-193000} = 0.25\ V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^+]}{[H^+]^2}$$

$$0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{n} \times 2.303 \log \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$0.0 = \frac{0.06}{2} \times \log \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$\left(0.0 = 0.03 \log \frac{0.01}{[H^+]^2}\right) \div 0.03$$

$$\left(0.0 = \log \frac{0.01}{[H^+]^2}\right) \times \log^{-1}$$

$$\log^{-1} 0 = \frac{0.01}{[H^+]^2} \Rightarrow 10^0 = \frac{0.01}{[H^+]^2} \Rightarrow [H^+]^2 = 0.01$$

$$[H^+] = 0.1 = 10^{-1}\ mol/L \Rightarrow PH = -\log [H^+] = -\log 10^{-1} = 1$$

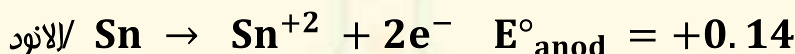
سؤال 4–30 اذاعلمت ان جهد الخلية الاتية :



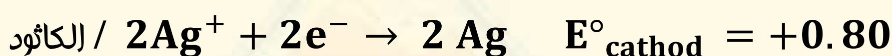
Sn | Sn^{+2} (? M) || Ag^{+} (1 M) | Ag

عند درجة 25°C يساوي 0.9992 فولت. جد تركيز ايونات القصدير(Sn^{2+}) في محلول القطب علما ان قطب الفضة في ظروفه القياسية وجهود الاختزال القياسية $E°_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14$ v و $E°_{Ag^{+}/Ag} = +0.80$ v

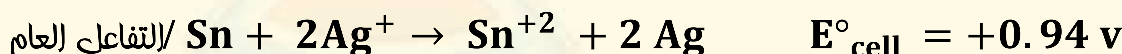
Sol:



الانود/ $Sn \rightarrow Sn^{+2} + 2e^{-} \quad E°_{anod} = +0.14$



الكاثود / $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2\,Ag \quad E°_{cathod} = +0.80$



التفاعل العام/ $Sn + 2Ag^{+} \rightarrow Sn^{+2} + 2\,Ag \qquad E°_{cell} = +0.94$ v



1 1 ؟ 1

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n}\ \text{In}\ Q$$

$$0.9992 = 0.94 - \frac{0.026}{2} \times 2.303\ \log\frac{[\,Sn^{+}]}{[\,Ag^{+}]^{2}}$$

$$0.9992 - 0.94 = -0.03 \times \log[\,Sn^{+}]$$

$$0.0592 = -0.03 \times \log[\,Sn^{+}]$$

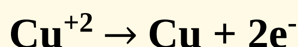
$$\log[\,Sn^{+}] = \frac{-0.06}{0.03}$$

$$(\log[\,Sn^{+}] = -2\,) \times \log^{-1}$$

$$[\,Sn^{+}] = \log^{-1} - 2$$

$$[\,Sn^{+}] = 10^{-2} = 0.01\ \text{M}$$

سؤال 4 – 39 خفف محلول قطب الكاثود لخلية دانيال القياسي بالماء المقطر فأنخفض جهد القطب بمقدار **0.0592 V** عن جهده القياسي .أحسب تركيز ايونات القطب حينئذ.



$Cu^{+2} \rightarrow Cu + 2e^{-}$

E = E° - 0.0592

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{RT}{nF}\ \text{In}\ Q$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n}(2.3)\ \log\frac{1}{[Cu^{+2}]}$$

$$E°_{cell} - 0.0592 = E°_{cell} - \frac{0.06}{2}\ \log\frac{1}{[Cu^{+2}]}$$

$$-0.0592 = -0.03 \log \frac{1}{[Cu^{+2}]}$$

$$-0.06 = -0.03 \log \frac{1}{[Cu^{+2}]}$$

$$\frac{0.06}{0.03} = \log \frac{1}{[Cu^{+2}]}$$

$$(2 = \log \frac{1}{[Cu^{+2}]}\ ) \times \log^{-1}$$

$$10^2 = \frac{1}{[Cu^{+2}]} \quad \Rightarrow [Cu^{+2}] = \frac{1}{10^2} \quad \Rightarrow [Cu^{+2}] = 10^{-2}\ mol/L$$

سؤال 4ـ40 اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E°_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$ و $E°_{Ag^{1+}/Ag} = +0.8\ V$

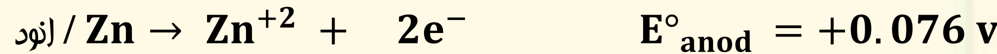
إجب عن مايأتي :

1. ماذا تتوقع اذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لوحي من الخارصين والفضة في محاليل من الكتروليتاتهم تركيز كل منهما $1\ M$ ، إي من اللوحين تقل كتلته و إي منه سوف تزداد كتلته ولماذا؟
2. ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونة من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضة في محلول من إيونات الفضة تركيزه $0.1\ M$

-1 بما ان جهد الاختزال القياسي لـ Ag^{+1} > جهد الاختزال القياسي لـ Zn^{+2}

∴ يسلك الفضة كاثود الخلية وتحصل عنده عهملية إختزال فتترسب ذرات الفضة عليها قطعة الفضة فتزداد كتلته .

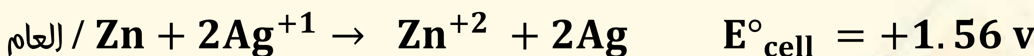
بينما الخارصين يصبح انود وتحصل عنده عملية إكسدة . حيث تذوب قطعة الخارصين وتتآكل وتقل كتلته .



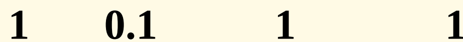
انود / $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $E°_{anod} = +0.076\ v$



الكاثود / $2Ag^{+1} + 2e^- \rightarrow 2Ag$ $E°_{cathod} = +0.80\ v$



العام / $Zn + 2Ag^{+1} \rightarrow Zn^{+2} + 2Ag$ $E°_{cell} = +1.56\ v$



1   0.1   1   1

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \text{In } Q$$

$$E_{cell} = 1.56 - \frac{0.026}{2} \times 2.303 \log \frac{[Zn^{+2}]}{[Ag^{+1}]^2}$$

$$E_{cell} = 1.56 - \frac{0.06}{2} \times 2.303 \log \frac{1}{[0.1]^2}$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.03 \times \log \frac{1}{10^{-2}}$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.03 \times \log 10^2$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.03 \times 2$$

$E_{cell} = 1.56 - 0.06 = 1.5\ v$

$\Delta G = -nF\,E_{cell} = -2 \times 96500 \times 1.5 = -289500\ J$ $(-)\ \Delta G$ تلقائي لان

عندما تصل إلى عمق معنى كلمة النجاح تجد لها ببساطة تعني الاصرار

9 . قوانين فارادا ي:

لحل مسائل فارادي تقسم القوانين الى قسمين

قوانين ايجاد Q (mole . e⁻)	قوانين ايجاد n (mol)
$Q = \frac{I\ t}{96500}$ I = شدة التيار بالامبير A t = الزمن بالثانية s	$n = \frac{m}{M}$
	$n = M\ V$
$Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افوكادرو}}$ عدد افوكادرو = 6.023×10^{23}	$n = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد افوكادرو}}$ الجسيمات هي الايونات , الذرات , الجزيئات
	$n = \frac{P\ V}{R\ T}$
	$n = \frac{V}{22.4}$

بعض الايونات :

التكافؤ الاحادي : Li^{+} / Na^{+} / K^{+} / Ag^{+} / H^{+}

التكافؤ الثنائي : Mg^{+2} / Ca^{+2} / Ba^{+2} / Cu^{+2} / O^{-2} /

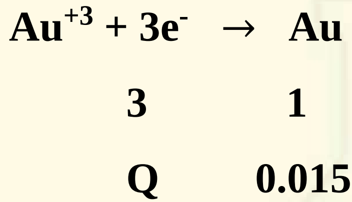
التكافؤ الثلاثي : Al^{+3} / Au^{+3} / Cr^{+3}

تمرين 4 – 13 ما هي شدة التيارالذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة 200 s ليترسب 3g من الذهب عند الكاثود علماً ان الكتلة الذرية للذهب = 197 g/mol.

الحل/ القانون الرئيسي لايجاد شدة التيار $Q = \frac{I\ .\ t}{96500}$ قبلها نجد عدد المولات

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{197} = 0.015\ mol$$

من المعادلة نلاحظ ان كل 3 مول من e ترسب 1 مول من Au فما هي مولات الالكترونات Q التي ترسب 0.015 مول من Au



$$Au^{+3} + 3e^{-} \rightarrow Au$$

3   1

Q   0.015

$$Q \times 1 = 3 \times 0.015 \quad \Rightarrow \quad Q = 3 \times 0.015 \qquad Q = 0.045\ (mol.e)$$

الان نجد شد التيار $$Q = \frac{I\ t}{96500}$$

$$I = \frac{Q\ 96500}{t} = \frac{0.045 \times 96500}{200} = \frac{43.4}{2} = 21.7\ A$$

تمرين 4 – 14 /(وزاري 2013) محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2 M وحجمه 600 ml .امرر فيه تيار كهربائي شدته 96.5 A احسب الزمن اللازم ليتبقى 0.03 mol من ايونات النحاس Cu^{+2}.

الحل/ $$n = M\ V = 0.2 \times \frac{600}{1000} = 0.12\ mol$$

عدد المولات المتبقية + عدد المولات المستهلكة = عدد المولات الكلية

عدد المولات المتبقية – عدد المولات الكلية = عدد المولات المستهلكة من Cu

عدد مولات المستهلك من Cu = 0.12 – 0.03 = 0.09 mol



$$Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$$

2   1 mol

Q   0.09 mol

$$Q = 0.09 \times 2 = 0.18\ mol.e$$

$$Q = \frac{I\ t}{96500}$$

$$t = \frac{Q \times 96500}{I}$$

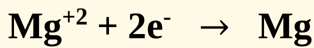
$$t = \frac{0.18 \times 96500}{96.5}$$

$$t = 180\ s$$

مثال 4 – 9 التفاعل الاتي لنصف خلية : $Mg^{+2} + 2e^- \longrightarrow Mg$ احسب عدد غرامات Mg التي يمكن ان تترسب عند امرار تيار شدته 25 A لمدة ساعة واحدة علماً ان : ($M_{Mg} = 24$ g/mol) ثم احسب عدد ذرات المغنسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف

الحل

$$Q = \frac{I \ \ t}{96500} = \frac{25 \times 3600}{96500} = 0.9 \text{ mol .e}$$



$$Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg$$

$$2 \qquad 1$$

$$0.9 \qquad n \Rightarrow \qquad n \times 2 = 0.9 \times 1 \Rightarrow \qquad n = \frac{0.9}{2} = 0.45 \text{ mole}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m = n \, . \, M = 0.45 \times 24 = 10.8 \text{ g}$$

$$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افوكادرو}}$$

عدد الذرات = n x عدد افوكادرو = $0.45 \times 6.023 \times 10^{23} = 2.7 \times 10^{23}$ ذرة

سؤال 4 – 10 احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو : $2H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+ + 4e$

فاذا تم جمع 0.08 L من O_2 عند 25°C وضغط 755 mm.Hg فأحسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول (معلومة 1atm = 760 mm.Hg .) ج / 0.012 mol.e

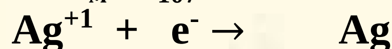
سؤال 4 - 11 يسري تيار كهربائي لفترة 3.75 hr خلال خليتي تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي، تحتوي الخلية الاولى محلول AgNO3 ، في حين تحتوي الثانية على محلول . $CuCl_2$ وخلال هذا الزمن ترسب 2 g من الفضة في الخلية الاولى.

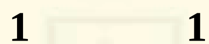
أ) كم عدد غرامات النحاس التي ستترسب في الخلية الثانية.

ب) ما قيمة التيار الساري بالامبير. علما ان الكتل الذرية (Ag = 107 , Cu = 64)

Sol:

أ- $n_{Ag} = \frac{m}{M} = \frac{2}{107} = 0.018 = 0.02(mol)$


$Ag^{+1} + e^{-} \rightarrow Ag$

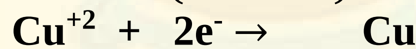

1   1


Q   0.02

$Q_{Ag} = 0.02\ (mol.e^{-})$

$Q_{Ag} = Q_{Cu}$ (ربط توالي)

$\therefore Q_{Cu} = 0.02\ (mol.e^{-})$


$Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$


1   1


0.02   n

$n_{Cu} = \frac{0.02}{2} = 0.01\ mol$

$n_{Cu} = \frac{m_{cu}}{M_{cu}}$

$m_{cu} = n.M = 0.01 \times 64$

$m_{cu} = 0.64\ g$

ب -

$t = 3.75 \times 3600$

$t = 13500s$

$Q = \frac{I.t}{96500}$

$0.02 = \frac{I \times 13500}{96500}$

$I = \frac{0.02 \times 96500}{13500} = 0.14\ A$

سؤال 4 – 18 ما هو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب 5 g من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة التأكسد للذهب فيه (3 +) ؟ الكتلة المولية للذهب 197

ج: 2.01 A

سؤال 4 – 31 إمرر تيار كهربائي شدته 10A خلال 965 S في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علما ان الكتلة الذرية للنحاس = 63؟

Sol:

$Q(mol.e^{-}) = \frac{I \times t}{96500}$

$= \frac{10 \times 965}{96500} = 0.1$

$Q(mol.e^{-}) = n$. تكافؤ

$n = \frac{Q}{\text{تكافؤ}} = \frac{0.1}{2} = 0.05$

$m = n.M = 0.05 \times 63 = 3.15\ g$

$$n = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{\text{عدد افوكادرو}}$$

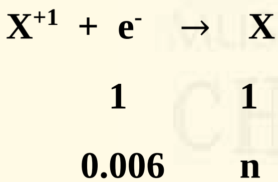
$$Cu \text{ عدد ذرات } = n \times 6.023 \times 10^{23} = 0.05 \times 6.023 \times 10^{23} = 0.3 \times 10^{23}$$

سؤال 4 – 32 يترسب 0.648 g من احد الفلزات احادي التكافؤ عند امرار تيار كهربائي شدته 3 A لمدة 3 min و 13 s في محلول احد املاح ذلك الفلز . احسب الكتلة الذرية M للفلز.

الحل

$t = (3 \times 60) + 13 = 193\ s$ تحول الزمن الى ثانية

$$Q = \frac{I\ t}{96500} = \frac{3 \times 193}{96500} = 0.006\ mol\ .e$$



$X^{+1} + e^- \rightarrow X$

1 1

0.006 n

$n \times 1 = 0.006 \times 1$

$n = 0.006$ mole

$$n = \frac{m}{M}$$

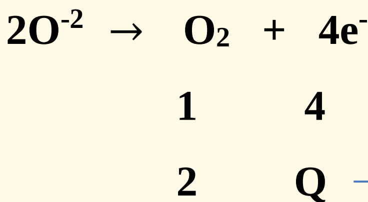
$$M = \frac{m}{n} = \frac{0.648}{0.006} = 108\ g/mol$$

سؤال 4 – 33 احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP

ملاحظة:الحجم المولي لاي غاز في ظ.ق = 22.4 L

V_L = ضعف الحجم المولي = 2 (22.4)

$$N = \frac{V}{22.4} = \frac{2\ (22.4)}{22.4} = 2\ mol$$



$2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e^-$

1 4

2 Q

$Q = 4 \times 2 = 8$ mol. e

$$Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افوكادرو}}$$

عدد الالكترونات = Q × عدد افوكادرو

عدد الالكترونات = $8 \times 6.023 \times 10^{23} = 48 \times 10^{23}$

ملاحظة : جزيئات H_2 ضعف جزيئات O_2 في خلايا التحليل الكهربائي للماء يعني بس تشوف سؤال بي ماء تفترض جزيئات الاوكسجين X جزيئات الهايدروجين 2X

سؤال 4–34 احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة (2 hr و 520 s) في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟

Sol:

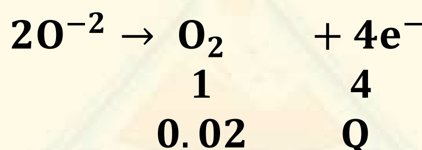
في خلية تحلل الماء كهربائياً يكون عدد جزيئات غاز H_2 ضعف عدد جزيئات غاز O_2 نفترض ان

$$\therefore\ n_{O_2} = x$$

$$n_{H_2} = 2x \Rightarrow n_{Total} = 3x = 36.12 \times 10^{21}$$

$$\therefore X = \frac{36.12\times10^{21}}{3} = 12.04 \times 10^{-21}$$

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد افوكادرو}} = \frac{12.04\times10^{21}}{6.02\times10^{23}} = 2\times10^{-2} = 0.02\ mol$$ عدد مولات الاوكسجين



$$2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e^-$$

$$1 \qquad 4$$

$$0.02 \qquad Q$$

$$Q = 4 \times 0.02 = 0.08\ mol.e^-$$

$$t = 2hr + 520\ s = (2\times3600) + 520 = 7720\ s$$

$$Q = \frac{I\times t}{96500} \Rightarrow 0.08 = \frac{I\times7720}{96500}$$

$$\therefore I = \frac{0.08\times96500}{7720} = \frac{8\times965}{7720} = \frac{7720}{7720} = 1A$$

سؤال 4–35 اراد احد الصاغة طلاء خاتم بالذهب فامرر تيار كهربائي شدته $10A$ في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد الملاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم ، لوحظ انه خلال $9.65\ s$ ان 75 % من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب ؟ الكتلة الذرية للذهب = 197

Sol:

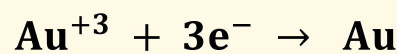
$$Q_{(mol.e^-)} = \frac{I\times t}{96500} = \frac{10\times9.65}{96500} = 0.001\ mol.e^-$$ كمية الكهربائية الكلية

كمية الكهربائية المستخدمة في الطلاء = كمية الشحنة الكهربائية الكلية x النسبة المئوية

$$= 0.75 \times 0.001$$

$$= 75\times10^{-5}\ (mol.e^-)$$

الان نستخرج عدد المولات n



$$Au^{+3} + 3e^- \rightarrow Au$$

$$3 \qquad 1$$

$$75\times10^{-5} \qquad n$$

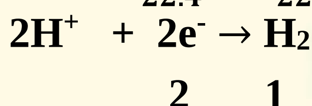
$$n = \frac{75\times10^{-5}}{3} = 25\times10^{-5}\ mol$$

$$m = n \times M = 25\times10^{-5}\times197 \simeq 0.05\ g$$

سؤال 4–36 عند امرار $0.2\ mol.e^-$ في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر $0.448\ L$ من الهيدروجين في STP. احسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس = 63 .

Sol:

$$n_{H_2} = \frac{V_L}{22.4} = \frac{0.448}{22.4} = 0.02\ mol$$



$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

2　　1

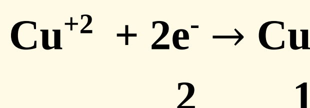
Q　　0.02

$$Q_H = 0.02 \times 2 = 0.04\ (mol.e^-)$$

$$Q_{Cu} = Q_{Total} - Q_{H_2}$$

$$Q_{Cu} = 0.2 - 0.04$$

$$Q_{Cu} = 0.16$$



$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

2　　1

0.16　　n

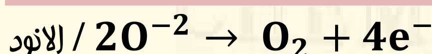
$$n = \frac{0.16}{2} = 0.08\ mol$$

$$m = n \times M$$

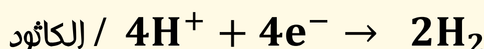
$$m = 0.08 \times 63$$

$$m = 5.04\ g$$

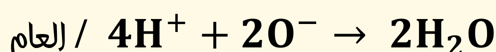
سؤال 4–38 في خلية تحليل الماء كهربائياً في **STP** تم امرار تيار كهربائي فيها لمدة **3** دقائق و **13** ثانية، فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية، وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي **0.0672 L** اكتب معادلتي نصفي الخلية والتفاعل العام لها، ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار.



الانود / $2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e^-$



الكاثود / $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2$



العام / $4H^+ + 2O^- \rightarrow 2H_2O$

نفرض حجم غاز O_2 = x

حجم غاز H_2 = 2x

$$\therefore\ 3x = 0.0672$$

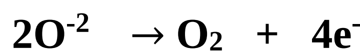
$$x = \frac{0.0672}{3}$$

$x = 0.0224\ L$　حجم غاز O_2

نستخرج عدد مولات O_2

$$n_{O_2} = \frac{V_L}{22.4} = \frac{0.0224}{22.4}$$

$$n_{O_2} = 0.001\ mol$$



$2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e^-$

1　　4

0.001　　Q

$\therefore$ Q = 0.001 × 4

Q = 0.004 (mol.e)

(t = 3 x 60 + 13 = 193)

$$0.004 = \frac{I \times 193}{96500}$$

$$I = \frac{0.004 \times 96500}{193}$$

$$I = \frac{386}{193} = 2A$$

اسئلة الفصل الرابع

2–4 احسب ثابت فاراداي وبين وحداته .

ثابت فراداي : هو شحنة مول واحد من الالكترونات

وان IF يحتوي على (NA) عدد افوكادرو من الشحنات (الالكترونات) اي 6.02×10^{23}

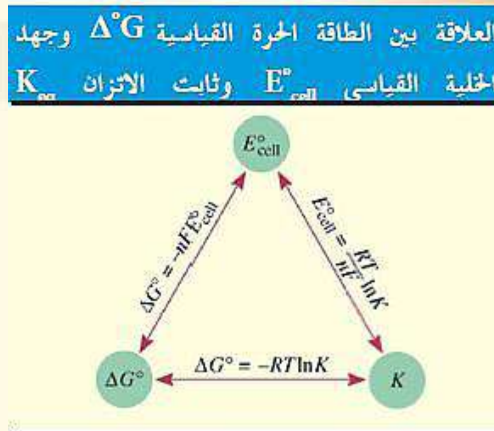
$\therefore F =$ شحنة الالكترون $\times$ NA عدد افوكادرو

$$= e^{-}(c) \times NA\ mol^{-1}$$

$$F = 1.9 \times 10^{-19} \times 6.023 \times 10^{23}\ mol^{-1}$$

$$\therefore F = 96478\ c/mol^{-1} \simeq 96500$$

4–4 اكتب العلاقة التي تربط ΔG° مع Keq و E°_{cell} و عرف جميع الرموز التي تحتويها.



6–4 اكتب معادلة نيرنست وعرف جميع الرموز التي تحتويها .

معادلة نيرنست : معادلة رياضية تربط جهد الخلية E_{cell} مع جهد الخلية القياسي E°_{cell} من خلال حاصل قيمة Q .

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{RT}{nF} \text{In } Q$$

R = ثابت الغازات 8.314 J/K

T = درجة كلفن

F = ثابت فراداي = 96500

n = عدد مولات -e المفقودة او المكتسبة التي تفترق من نصفي التفاعل وعند 25°C تصبح علاقة نيرنست:

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \text{In } Q$$

20– 4 لماذا يجب أن يكون جهد الخلية الكلفانية موجباً ؟

يجب ان تكون قيمة E_{cell} و E°_{cell} موجبة + لكي تصبح قيم ΔG و ΔG° سالبة فيصبح التفاعل تلقائي

$$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}$$

↳ (+)

$\Delta G^{\circ} = (-)$ تلقائي

السؤال 6-23 اي تفاعل هو تفاعل أكسدة – اختزال :

1) $Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$

2) $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$

3) $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

4) $SiBr_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HBr$

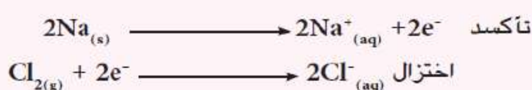
5) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

الحـــل

تفاعل أكسدة – اختزال: هو كلّ تفاعل يتمّ فيه أنتقال الالكترونات من مادة تعانّي تأكسد إلى المادة التي تعانّي اختزال.

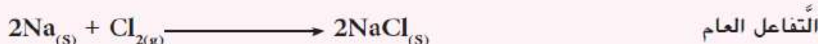
1) لايحصل تفاعل أكسدة – اختزال .

2) تفاعل أكسدة – اختزال كما يأتي:



تأكسد $2Na_{(s)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + 2e^-$

اختزال $Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$

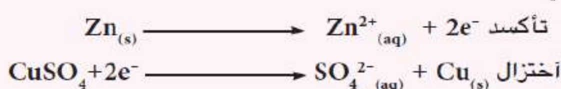


التّفاعل العام $2Na_{(S)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2NaCl_{(S)}$

3) لايحصل في هذا التفاعل اكسدة – اختزال.

4) لايحصل في هذا التفاعل آكسدة– اختزال

5) تفاعل اكسدة – اختزال كما يأتي



تأكسد $Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

اختزال $CuSO_4 + 2e^- \longrightarrow SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Cu_{(s)}$



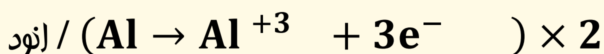
$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$

اسئلة التطبيقي الجديدة

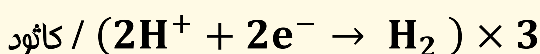
4–38 خلية كلفانية في درجة 25 °C كاثودها قطب الهيدروجين وبضغط 1atm وأنودها قطب الالمنيوم تركيز محلول ايوناته 0.008 M عبر عنها كتابة ثم أحسب pH لمحلول قطب الهيدروجين في اللحظة التي يتساوى فيها جهدها القياسي وجهدها غير القياسي ؟



$Al/Al^{+3}//H^+/H_2/Pt$



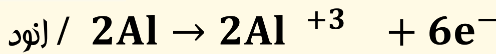
انود / $(Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^- \quad) \times 2$

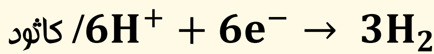


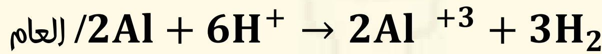
كاثود / $(2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2) \times 3$

∵ طلب PH

∴ نستخدم معادلة نيرست


انود / $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$


كاثود / $6H^+ + 6e^- \rightarrow 3H_2$


العام / $2Al + 6H^+ \rightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

لان E=E° في السؤال

$$0 = -\frac{0.026}{6} \times \ln \frac{[Al^{+3}]^2}{[H^+]^6}$$

$$0 = -4.3 \times 10^{-3} \times \ln \frac{[0.008]^2}{[H^+]^6}$$

$$0 = \ln \frac{0.000064}{[H^+]^6}$$

Lin 1 = 0

$$\ln 1 = \ln \frac{64 \times 10^{-6}}{[H^+]^6} \Rightarrow [H^+]^6 = 64 \times 10^{-6}$$ (ناخذ الجذرالسادس)

$$[H^+] = 2 \times 10^{-1}\ M$$

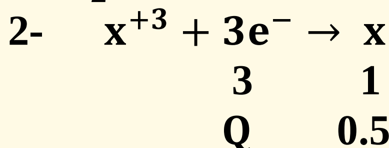
$$PH = -\log[H^+]$$

$$PH = -\log 2 \times 10^{-1} = 1 - 0.3 \Rightarrow \therefore PH = 0.7$$

4 –40 مم يتكون قطب الهيدروجين القياسي ؟ وما أهميته ؟ أكتب التفاعلات الحاصلة عندما يصبح كاثوداً مرة وأنوداً مرة اخرى

4–41 أمرر تيار كهربائي في محلول يحتوي إيونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب نصف عدد افوكادرو من ذرات الفلز على الكاثود أحسب 1– عدد الالكترونات المارة 2– كتلة الفلز المترسب علماً بأن الكتلة المولية للفلز = 27 g /mol .

1- $n = \frac{\text{عدد ذرات الفلز}}{\text{عدد إفوكادرو}}$


$n = \frac{(\text{عدد إفوكادرو}) \times \frac{1}{2}}{\text{عدد إفوكادرو}}$

$n = \frac{1}{2} = 0.5\ mol$

2- $x^{+3} + 3e^- \rightarrow x$

3	1
Q	0.5

$Q = 3 \times 0.5$

$Q = 1.5\ mol.e^-$

1- $\because Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد إفوكادرو}}$

$1.5 = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{6.02 \times 10^{+23}}$

$1.5\ (6.02 \times 10^{+23}) =$ عدد الالكترونات

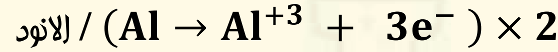
$9.03 \times 10^{+23} =$ عدد الالكترونات

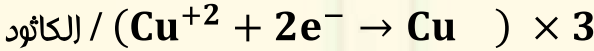
$m = n \times M = 0.5 \times 27$

$m = 13.5\ g$

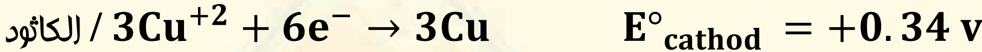
4ـ42 طلب من احد الطلبة في المختبر حفظ محلول $CuSO_4$ فقام بحفظها في قنينة مصنوعة من الالمنيوم أكان الطالب موفقاً أم لا في عمله هذا ولماذا؟ علماً بأن جهود الاختزال القياسية $Al^{3+} = -1.66\ V$ و $Cu^{2+} = 0.34V$

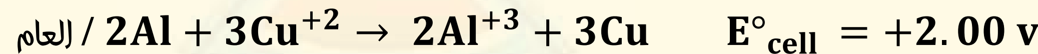
نجعل قنينة الالمنيوم انوداً


الانود / $(Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^-) \times 2$


الكاثود / $(Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu) \times 3$


الانود / $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ $\quad E°_{an} = +1.66\ v$

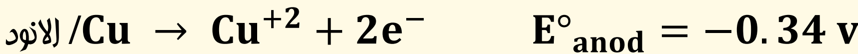

الكاثود / $3Cu^{+2} + 6e^- \rightarrow 3Cu$ $\quad E°_{cathod} = +0.34\ v$


العام / $2Al + 3Cu^{+2} \rightarrow 2Al^{+3} + 3Cu$ $\quad E°_{cell} = +2.00\ v$

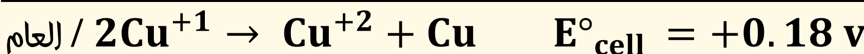
التفاعل تلقائي وبذلك يذوب قطب الانود (قنينة الالمنيوم) وتتآكل وبذلك يكون الطالب غير موفق في عمله .

4ـ43 اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E°_{Cu^{+1}/Cu} = +0.52\ v$, $E°_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34\ v$ إحسب $\Delta G°$ لتفاعل الخلية الأتية :


$2Cu^{1+} \rightarrow Cu^{2+} + Cu$


الانود / $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ $\quad E°_{anod} = -0.34\ v$


الكاثود / $2Cu^{+1} + 2e^- \rightarrow 2Cu$ $\quad E°_{cathod} = +0.52\ v$


العام / $2Cu^{+1} \rightarrow Cu^{+2} + Cu$ $\quad E°_{cell} = +0.18\ v$

$\Delta G° = -nFE° = -(2 \times 96500 \times 0.18) = -34740\ J$

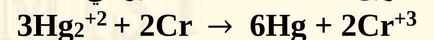
أينما ركزت الانتباه تدفقت الطاقة وظهرت النتيجة

الاسئلة الوزارية

2013 / تمهيدي

فراغ : تعتمد جودة الطلاء على عاملينٌ مهمينٌ هما................و.................

تمرين **4 – 9** / احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية القياسي في $25\ c^0$


$3Hg_2^{+2} + 2Cr \rightarrow 6Hg + 2Cr^{+3}$

علماً : $E°_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74\ v$, $E°_{Hg^{2+}/Hg} = 0.85\ v$

2013 / د1

تمرين **4 – 14** / محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه **0.2 M** وحجمه **600 ml** .امرر فيه تيار كهربائي شدته **96.5 A** احسب الزمن اللازم ليتبقى **0.03 mol** من ايونات النحاس Cu^{+2} .

س / هل يمّكن حفظ محلول نترات الكوبلت $Co(NO_3)_2$ في إناء مصنوع من الخارصينٌ أم من النحاس مع بيأن السبب؟ إذا علمت أن جهود الاختزال القياْسيةٌ كالاتي:

(E^o Zn^{+2}/Zn= - 0.76 V و E^o Co^{+2}/Co=- 0.28 V و E^o Cu^{+2}/Cu = 0.34 V)

2013 / د2

عرف الجسر الملحي

سؤال 4-9 / ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خليه دانيال) و خلية التحليل الكهربائي

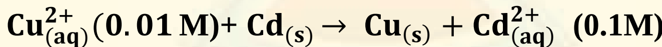
سؤال 4-36 / عند امرار 0.2 mol.e- في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر 0.448 L من الهيدروجين في STP. احسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس = 63 .

2013 / د3

س / ماهي مواصفات الخليةٌ الجافة ؟

تمرينٌ 4-13 / ان شدة الت يّر الذي يجّب امراره في محلول كلوريدٌ الذهب $AuCl_3$ لمدة 200 s لترسيبٌ 3g من الذهب يسّاوي - - - - - - - - - -

سؤال 4-24 / خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة 25C°


$Cu^{2+}_{(aq)}(0.01\ M) + Cd_{(s)} \rightarrow Cu_{(s)} + Cd^{2+}_{(aq)}\ (0.1M)$

وجهدها القياسي يساوي (+0.74V) احسب التغير في الطاقة الحرة.

2014 / تمهيدي

عّرف : الخلاياً الكلفانيةٌ

سؤال 4 – 16 / هل يمّكن حفظ محلول ملح الطعام فًي أنّاء من النحاس؟ علما أنّ جهود الاختزال

E^oNa^+/Na = - 2. 70 V و E^oCu^+/Cu = + 0. 34 V

سؤال 4-31 / امرر تيار كهربائي شدته 10A خلال 965 S في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو عدد ذرات النحاس المترسبة علما ان الكتلة الذرية للنحاس = 63؟

2014 / د1

عرف الجسر الملحي

سؤال 4 - 33 / احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP ؟

سؤال 4 - 17 / هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن؟بين ذلك مع ذكر السبب؟ علماً: $E^o_{Ni^{+2}/Ni}$= - 0.24 v , $E^o_{cu^{+2}/cu}$ = 0.34 v

2014 / د2

تعتمد جودة الطلاء الكهربائي على عامليٌن ، ماهما؟

سؤال 4- 28 / للخلية الاتية : Al| Al^{3+} (1 M) || Cd^{2+} (1M) |Cd اذاعلمت ان جهد الخلية القياسي يساوي (1.26V) وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي $E^o_{Cd^{2+}/Cd} = -0.40$ v احسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم ؟

تمرين 4 – 14 / محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2 M وحجمه 600 ml .امرر فيه تيار كهربائي شدته 96.5 A احسب الزمن اللازم ليتبقى 0.03 mol من ايونات النحاس Cu^{+2} .

2014 / د3

علل / استعمال عنصر البلاتينٌ في صناعة قطب الهيدٌروجينٌ القياْسي ؟

سؤال 4 – 17 / فقط يتغيرٌ عنصر النيكٌل بعنصر الالمنيوٌم

هل يمّكن حفظ محلول كبر يٌات النحاس $CuSO_4$ في إناء من الالمنيوٌم أم لا يمّكن ذلك ؟ بينٌ ذلك مع ذكر السبب.

علما أن جهود الاختزال القياْسيةٌ E^oAl^{3+}/Al = - 1.66 V و E^oCu^{2+}/Cu = + 0. 34 V

2015 / تمهيدي

عرف العامل المختزل

سؤال 4-27 / خلية فولتائية في درجة 25 °C تفاعلها العام: $Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)} \rightarrow Sn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$

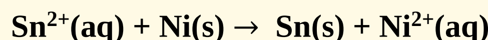
اذا علمت ان جهد الخلية غير القياسي يساوي (0.17 v +). احسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+} علما ان قطب التصدير في ظروفه القياسية وجهود الاختزال $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14$ v و $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25$ v

2015 / د1

فراغ / أختياٌر قطب الهيدٌروجينٌ كقطب مرج لقياٌس جهود الاقطاب الاخرى لانه ....

سؤال 4-31 / امرر تيار كهربائي شدته 10A خلال 965 S في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو عدد ذرات النحاس المترسبة علما ان الكتلة الذرية للنحاس = 63؟

س / خليةٌ كلفانيةٌ تفاعلها العام في درجة 25 c كالاتي:


$Sn^{2+}(aq) + Ni(s) \rightarrow Sn(s) + Ni^{2+}(aq)$

أحسب التغيرٌ في الطاقة الحرة اذا علمت ان قطب القصديرٌ في ظروفه القياّسيةٌ وتركيزٌ أيوّنات النيكّل Ni^{2+} يسّاوي 0.01 مولاري وأن

$E^oNi^{2+}/Ni = -0.25\ V$ و $E^oSn^{2+}/Sn = -0.14\ V$ $\quad Lin\ x = 2.3 \log x$

2015 / نازحين

سؤال 4-9 / ما الفرق بين الخلية الكلفانية و خلية التحليل الكهربائي مع مثال لكل منهما ؟

سؤال 4 – 29 (بتصرف) / خليةٌ كلفانيةٌ في درجة 25 C أحد قطبيهًا الهيدّروجينٌ وبضغط 1 atm تركيزٌ ايوّنات الهيدّروجينٌ فيةٌ 0.1 مولاري والآخر قطب النيكّل تركيزٌ أيوّناته فيةٌ 0.01 . مولاري ، احسب مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخليةٌ ،اذا علمت ان جهد اختزال قطب النيكّل القياّس – 0.25 v

سؤال 4-34 / احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة (2 hr و 520 s) في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟

2015 / د2

علل / وجود البلاتينٌ الاسود في قطب الهيدّروجينٌ القياّسي ؟

تمرينٌ 4 - 13 / ما شدة التيّار الذي يجّب إمراره فّي محلول كلوريدٌ الذهب $AuCl_3$ لمدة 180 s ليرّسب 2g من الذهب عند الكاثود؟

سؤال 4 – 16 / هل يمّكن حفظ محلول ملح الطعام فّي أنّاء من النحاس؟ علما أنّ جهود الاختزال



$E^oNa^+/Na = -2.70\ V$ و $E^oCu^+/Cu = +0.34\ V$ ،

2015 / د3

س / بينٌ مما تتكون خليةٌ الطلاء الكهربائي ؟ وعلى ماذا تعتمد جودة الطلاء ؟

سؤال 4-34(بتصرف) / احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة (2 hr و 200 s) في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يحرر 18.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟

تمرين 4 – 10 / لتفاعل الخليةٌ القياّسي الآتي عند درجة حرارة 25 C :

$2Fe^{3+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \rightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + I_{2\,(s)}$ ، إذا علمت أن جهود الاختزال القياّسيةٌ $E^oI_2/I^- = +0.53\ V$ و $E^oFe^{3+}/Fe^{2+} = +0.77\ V$. احسب طاقة كبس الحرة القياّسيةٌ ؟

2016 / تمهيدي

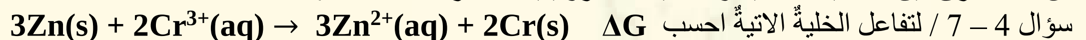
فراغ / يسّتخدم عنصر البلاتينٌ في قطب الهيدّروجينٌ لانه.................

سؤال 4-36 / عند امرار -0.2 mol.e في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر 0.448 L من الهيدروجين في STP. احسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس = 63 .

2016 / د1

سؤال 4 -18 / ما هو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب 5 g من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة التأكسد للذهب فيه (3+) ؟الكتلة المولية للذهب 197

س / ما الفرق بينٌ الخلاياٌ الكلفانيةٌ والخلاياٌ الالكتروليتّيةٌ ؟ اذكر مثالا لكل منهما



سؤال 4 – 7 / لتفاعل الخليةٌ الاتيةٌ احسب ΔG $\quad 3Zn(s) + 2Cr^{3+}(aq) \rightarrow 3Zn^{2+}(aq) + 2Cr(s)$

، وان جهود الاختزال القياّسيةٌ $[Cr^{3+}] = 0.1\ M , [Zn^{2+}] = 0.01\ M$ علما ان:

$E^0Cr^{3+}/Cr = -0.74\ V$ ، $E^0Zn^{2+}/Zn = -0.76\ V$

2016 / د2

علل / اختياّر قطب الهيدّروجينٌ القياّسي كقطب مرج لقياّس جهود الاقطاب الاخرى ؟

سؤال 4-38 / في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP تم امرار تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13 ثانية، فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية، وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي 0.0672 L اكتب معادلتي نصفي الخلية والتفاعل العام لها، ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار.

سؤال 4 – 40 / ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونة من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضة في محلول من ايونات الفضة تركيزه 0.1 M 4-40 اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$ و $E^\circ_{Ag^{1+}/Ag} = +0.8\ V$

2016 / د3

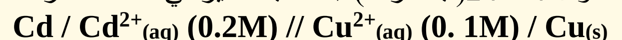
س / مم تتكون خليةٌ الطلاء الكهربائي ؟ وعلام تعتمد جودة الطلاء ؟

تمرين 4 – 14 (بتصرف) / محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.3 M وحجمه 500 ml. امرر فيه تيار كهربائي شدته 96.5 A احسب الزمن اللازم ليتبقى 0.03 mol من ايونات النحاس Cu^{+2} .

س / هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن؟بين ذلك مع ذكر السبب؟ علماً: $E^o_{Ni^{+2}/Ni} = -0.24\ v$, $E^o_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ v$

2017 / تمهيدي / احيائي

سؤال 4 – 24(بتصرف) / احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخليةٌ التاليةٌ في درجة 25 C



$Cd / Cd^{2+}_{(aq)}\ (0.2M)\ //\ Cu^{2+}_{(aq)}\ (0.1M) / Cu_{(s)}$

علما ان جهود الاختزال $E^o_{cd^{+2}/cd} = -0.4\ v$, $E^o_{cu^{+2}/cu} = -0.34\ v$

سؤال 4 - 33 / احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في **STP**
(الحجم المولي لاي غاز في ظ.ق = 22.4 L)

2017 / د1
سؤال 4-29
فراغ / تعتمد جودة الطلاء على عاملين مهمين ....و ....
سؤال 4-38
2017 / د2
علل / يستخدم عنصر البلاتين في صنع قطب الهايدروجين القياسي
تمرين 4-13
سؤال 4-26
2017 / د3
تمرين 4-14
سؤال 4-16 (بتصرف)
2018 / د1

سؤال 4 – 29

علل/ اختيار قطب الهايدروجين القياسي كقطب مرجع لقياس جهود الاقطاب الاخرى

سؤال 4 – 12 بتصرف

2018 / د2

سؤال 4 – 27 تغير ارقام

علل / يستخدم عنصر البلاتين لصنع قطب الهايدروجين القياسي

سؤال 4 – 31

2018 / د3 / أ

ما فائدة الجسر الملحي في الخلايا الكلفانية

فراغ / عدد الالكترونات المنتقلة من الانود الى الكاثود في الخلية التالية : $3Fe_{s} + 2Au^{+3}_{aq} \rightarrow 3Fe^{+2}_{aq} + 2Au_{s}$ يساوي ....

سؤال 4-25 حسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة 25°C : $Mg|Mg^{2+}\ (1\ M)||Br^{-}\ (0.1\ M)\ |Br_2\ (1\ atm)|Pt$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E°_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37\ v$ و $E°_{Br^{2+}/Br^{-}} = +1.07\ v$, $lin\ X = 2.303\ log\ X$

$Lin\ 0.01 = 4.6$

الفصل الخامس : الكيمياء التناسقية

التعاريف

مركب الاضافة : عند مزج محلولي ملحين بسيطين بنسب مولية بسيطة نحصل على نوعين من مركبات الاضافة هما الملح المزدوج(**Doble Salt**) والمركب التناسقي **Coordination (Compound)**

الملح المزدوج: هو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة.

المركب التناسقي: فهو ايضا مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء، أي ان الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له سوف تختفي.

نظرية السلسلة **Chain Theory** وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان الليكندات ترتبط مع بعضها على شكل سلسلة على غرار تكوين السلاسل بين ذرات الكاربون الذي كان معروفا في الكيمياء العضوية وترتبط مع الايون المركزي لاشباع نوع واحد من التكافؤ.

نظرية فرنر **Werner,s Theory** وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ، تكافؤ اولي يعرف بحالة التاكسد وتكافؤ ثانوي يعرف بعدد التناسق. ويحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي اشباع كلا التكافئين حيث تتشبع التكافؤات الاولية بايونات سالبة اما التكافؤات الثانوية فتتشبع بايونات سالبة او جزيئات متعادلة.

الليكند **Ligand**

جزيء او ايون سالب الشحنة يرتبط بالايون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر من المزدوجات الالكترونية .وعندما يهب الليكند مزدوجا واحدا من الالكترونات فانه يدعى احادي المخلب **monodentate** وعندما يهب زوجين من الالكترونات يدعى ثنائي المخلب **bidentate** وعندما يهب اكثر من زوجين من الالكترونات يدعى متعدد المخلب **multidentate**

قاعدة العدد الذري الفعال **(EAN) Effective Atomic Number Rule**

تنص هذه القاعدة على ان المعقد التناسقي يصبح مستقرا اذا كان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلز والالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لأحد الغازات النبيلة **Kr** او **Xe** او **Rn** ويسمى المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات بالعدد الذري الفعال.

نظرية اصرة التكافؤ **Valence Bond Theory (VBT)** تعد هذه النظرية تكوين المركبات التناسقية تفاعلا بين حامض لويس)الفلز(وقاعدة لويس)الليكند(مع تكوين اصرة تناسقية بينهما. وهي ذات علاقة وثيقة بالتهجين والشكل الهندسي للمعقدات. وتمثل في هذه النظرية اوربيتالات الفلز بمربعات)او في بعض الأحيان دوائر(لبيان توزيع الكترونات الغلاف الخارجي للفلز والالكترونات الآتية من الليكندات.

الذرة المانحة : هي قاعدة لويس تمتلك زوج من الالكترونات او اكثر يمكنها ان تهب هذا الزوج لذرات اخرى (حامض لويس) ونتيجة لهذا التفاعل تتكون الاصرة التناسقية

الايون المركزي

تمتاز المركبات التناسقية بوجود ذرة مركزية مستقبلة **Acceptor** للمزدوجات الالكترونية، وعادة تكون فلزا يرتبط كيميائيا بالليكند بآصرة تناسقية. تسمى هذه الذرة المركزية بالايون المركزي.

المعقد التناسقي Coordinate Complex

وهو المركب الناتج من اتحاد الايون المركزي مع عدد من الليكندات بوساطة أواصر تناسقية.

عدد التناسق Coordination Number

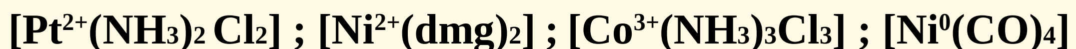
هو عدد الجزيئات أو الايونات (الليكندات) التي ترتبط بالايون الفلزي المركزي مضروباً في عدد المخالب التي يملكها الليكند اي انه يساوي عدد الآواصر التناسقية. واكثر أعداد التناسق شيوعاً هي **2** و **4** و **6**، وأما أعداد التناسق الفردية فهي نادرة.

الايون المعقد Complex Ion

وهو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة ويحتوي على ذرة فلز مركزية وعدد مناسب من الليكندات تحيط بها. وقد تكون الذرة المركزية متعادلة او لها عدد تأكسد موجب او سالب، اما الليكندات فقد تكون جزيئات متعادلة او ايونات سالبة او موجبة الشحنة عموما .

معقد متعادل Neutral Complex

يسمى المعقد الذي لا يحمل شحنة بالمعقد المتعادل وهو لا يتأين في الماء . ومن الامثلة على المعقدات المتعادلة هي:


$[Pt^{2+}(NH_3)_2Cl_2]$; $[Ni^{2+}(dmg)_2]$; $[Co^{3+}(NH_3)_3Cl_3]$; $[Ni^{0}(CO)_4]$

مجال التناسق Coordination Sphere

يعبر عن المركب المعقد جزيئياً بحيث تكون ذرة الفلز المركزية والليكندات المتصلة به داخل أقواس مربعة [ ] تدعى هذه الاقواس بالمجال التناسقي أو المجال الداخلي **Inner sphere** بينما يطلق على الجزء الذي يكتب خارج هذه الاقواس المربعة (خارج مجال التناسق للمعقد) بمجال التأين **Ionisation sphere** أو المجال الخارجي **Outer sphere** للمعقد.

الكيمياء التناسقية **Coordination Chemistry**

وهو ذلك الجزء من الكيمياء اللاعضوية المعني بدراسة المركبات التناسقية وصفاتها.

انواع الليكندات

أ- ليكندات أحادية المخلب

إن الغالبية العظمى من هذه الليكندات هي عبارة عن ايونات سـالبة أو جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوج الكتروني او حد الى ايون الفلز الموجب، وهي تحوي في تركيبها الكيميائي على ذرة او حدة قابلة للارتباط مع الذرة المركزية للفلز مثل الايونات(Cl^- و F^- و Br^- و CN^-) وجزيئات مثل (الامونيا NH_3 والكيل امين RNH_2 والبيريدين C_5H_5N وجزيئات الماء H_2O) وتسمى مثل هذه الليكندات بالليكندات أحادية المخلب أو احادية السن.

ب- ليكندات ثنائية المخلب

هناك العديد من الايونات أو الجزيئات التي لها القدرة على الارتباط بايون الفلز عبر أكثر من ذرة واحدة(تمتلك مزدوج الكتروني غير مشترك في التفاعل) وجزيئة مكونة مركبات حلقية، مثل ايون الاوكزالات $C_2O_4^{-2}$ و $NH_2\text{-}CH_2CH_2\text{-}NH_2$ اثيلين ثنائي أمين

ج- ليكندات متعددة المخلب

وتشمل ليكندات معقدة تحتوي على ثلاث أو أربع وأحيانا حتى أكثر من ذلك من الذرات القادرة على المساهمة في بناء اواصر تناسقية. وكمثال على ذلك الليكند اثيلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك (**EDTA**) وهو ليكند سداسي السن لاحتوائه على ست ذرات قادرة على الارتباط التناسقي.

د- الليكندات الكليتية **Chelating ligand**

وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين أو أكثر في آن واحد مع نفس الايون الفلزي ويوضح الجدول (5- 1) امثلة لبعض انواع الليكندات احادية وثنائية المخلب

العدد الذري الفعال : وهي المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات ، وتسمى هذه القاعدة بقاعدة العدد الذري الفعال. وتنطبق هذه القاعدة على عدد كبير من المركبات المعقدة.

المسائل الحفظية

سؤال 5-1 : ما الذي يميز العناصر الانتقالية عن العناصر الممثلة ؟

1– ان لها حالات تأكسد متعددة حيث تميل الى إ ضهار أكثر من حالة تأكسد مع بعض الحالات الشاذة.

2-تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارامغناطيسية حيث إن للعناصر الانتقالية أغلفة d أو f مملوءة جزئياً بالالكترونات ولذلك فان ذرات الفلز تحتوي على الكترونات منفردة تميز هذه المواد بخاصية البارامغناطيسية.

3-العديد من مركباتها ملونة. 4-لها ميل كبير لتكوين أيونات أو مركبات معقدة.

سؤال 5-2 : ماهو الفرق بين الأملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟

ان الملح المزدوج هو مركب اضافة يعطي عند اذابته في الماء الايونات المكونة له كافة ، اي يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة .مثل ملح مور حيث يعطي ايونات Fe^{+2} , NH_4^{+1} , SO_4^{-2} عند اذابته بالماء. اما المركب التناسقي فهو مركب اضافة لايعطي الايونات المكونة له كافة عند ذوبانه في الماء ، أي ان الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له ستختفي . مثل المركب التناسقي $CuSO_4 . 4NH_3$ يذوب في الماء وفق المعادلة

$$CuSO_4 . 4NH_3 \rightarrow SO_4^{+2} + [Cu(NH_3)_4]$$



حيث نلاحظ ان المركب لم يعط الايونات التي تكون منها كافة SO_4^{+2} و Cu^{2+} بل يعطي ايون SO_4^{+2} فقط

مثال 5-1 : وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد(مركب تناسقي) ؟

الحل/ يتكون المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ من مزج محلولي كبريتات الحديد (II) و كبريتات الامونيوم وفق المعادلة الاتية

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \longrightarrow Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$$

والمركب الناتج هو ملح مور خالي من الماء، وعند ذوبانه في الماء فإنه يعطي $SO_4^{-2} . NH_4^{+}$ وآيونات Fe^{+2} ويكشف عنها باستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل أيون منها.

اما عند اذابة المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء فيكون على وفق المعادلة:

$$K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{-3}$$



حيث يلاحظ إختفاء إيونات Fe^{+3} المستقلة لانها تكون ضمن الأيون المعقد $[Fe(CN)_6]$ وبالتالي فإن المحلول المعقد في الماء يعطي كشف لأيون K^+ فقط ولا يعطي كشف لأيون Fe^{+3} وأيون CN

وهذا يعني ان المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ هو ملح مزدوج بينما المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ هو مركب تناسقي.

سؤال 3-5 : عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فان المحلول الناتج يعطي كشفاً لايون Fe^{+2} ، بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 4 : 1 فان المحلول الناتج لا يعطي كشفاً لايون Cu^{+2} وضح ذلك ؟

الحل / عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فأن المركب الناتج يكون كما في المعادلة الآتية : $(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \rightarrow FeSO_4.(NH_4)_2SO_4$

والمركب الناتج هو ملح مور وهو ملح مزدوج عند ذوبانه في الماء يعطي كشف الايونات المكونة له .كافة وهي SO_4^{-2} و Fe^{+2} اما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 4:1 فأن المركب الناتج يكون على وفق المعادلة الآتية : $CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$

والمركب الناتج هو مركب تناسقي يذوب في الماء على وفق المعادلة
$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{-2}$ وهذا يعني انه يعطي كشف لايون SO_4 فقط ولا يعطي كشف لأيون Cu^{2+} لأنه ليس ايوناً مستقلاً بل ضمن الايون المعقد $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$.

س / ما هي فروض نظرية فيرنر

1- تمتلك أكثر العناصر نوعين من التكافؤ، تكافؤ أولي متأين يمثل بخط متقطع (------) والذي يعرف بحالة التأكسد (Oxidation state) وتكافؤ ثانوي غير متأين يمثل بخط متصل (———) ويعرف بالعدد التناسقي (Coordination number) .

2-يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب معقد إشباع كلا التكافؤين، حيث تتشبع التكافؤات الأولية بايونات سالبة أما التكافؤات الثانوية فتتشبع بايونات سالبة أو جزيئات متعادلة.

3-تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابتة في الفراغ تدعى بالمجال التناسقي (Coordination sphere) حول ايون الفلز المركزي وهذا هو أساس الكيمياء الفراغية للمعقدات الفلزية.

تمرين 5– / ما الذي عزز فرضيات نظرية التناسق عن نظرية السلسلة؟

توقعت نظرية السلسلة ان المركب $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ في محلوله سوف يعطي راسباً عند اضافة نترات الفضة اليه ولكن فرضيات نظرية التناسق توقعت عدم ترسب اي ايون من ايونات الكلوريد عند إضافة محلول نترات الفضة ان عدم ترسب ايونات الكلوريد عنداضافة محلول نترات الفضة يعني ان هذا المركب لا يتأين في المحلول وهذا عكس ما توقعته نظرية السلسة. وقد بينت النتائج العملية ان مركبات من هذا النوع لا تتأين في المحلول مما برهن على عدم صحة نظرية السلسلة وعزز فرضيات نظرية التناسق.

مثال 5 – 2 / ما التكافؤ الاولي (حالة التأكسد) والتكافؤ الثانوي (عدد التناسق) للفلز المركزي في المركبين الاتيين: أ – $K_4[Fe(CN)_6]$ ب – $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$

الحل / أ– نعرف ان كل ايون بوتاسيوم له شحنة 1+

اذن الأيون السالب هو $[Fe(CN)_6]^{4-}$ اي يحمل شحنة مقدارها 4 - وعليه:

$$Fe + 6(-1) = -4 \Rightarrow Fe = +2$$

لذا فالتكافؤ الاولي يساوي 2+ اما التكافؤ الثانوي فيساوي 6 وهو عدد الليكندات المتصلة مباشرة بالفلز او التي توضع داخل الاقواس المربعة.

ب– بما أن كل ايون نترات يحمل شحنة (1-) وأن الأمونيا متعادلة

اذن الايون الموجب هو $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ اي يحمل شحنة مقدارها + 3 وعليه:

$$Cr + 6(0) = +3 \Rightarrow Cr = +3$$

لذا فالتكافؤ الاولي يساوي 3+ اما التكافؤ الثانوي فيساوي 6.

تمرين 5– 1 : كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب $K_3[Fe(CN)_6]$

الحـــل



$K_3[Fe(CN)_6]$

ان كل أيون بوتاسيوم له شحنة 1+

الأيون السالب هو $[Fe(CN)_6]$

$Fe^{(x)} + (CN^-)_6 = -3$

$x + 6 \times (-1) = -3$

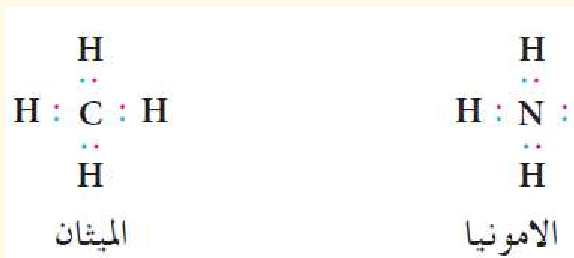
$x = +3$

∴ التكافؤ الأولي للحديد هو 3+

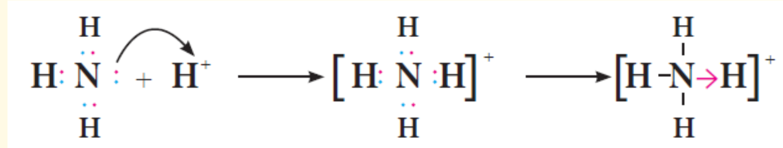
اما العدد التناسقي فيساوي 6 ، وهو عدد الليكندات المتصلة مباشرة بالفلز

5-3-2 حوامض وقواعد لويس

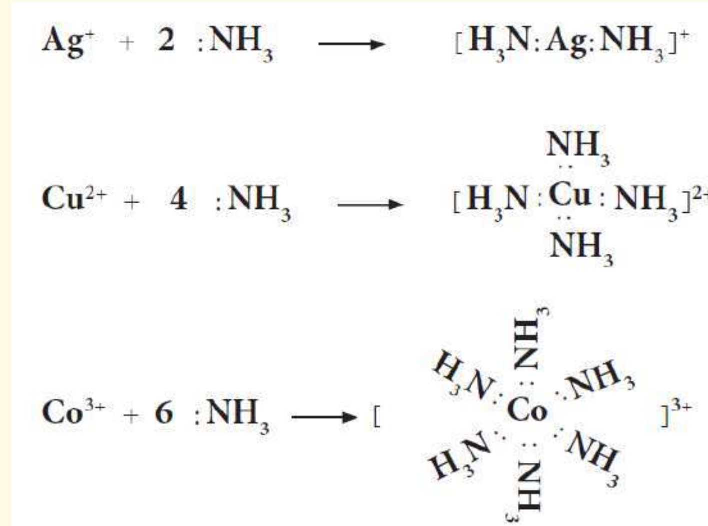
يمثل كل من جزيء الميثان (CH_4) وجزيء الامونيا (NH_3) على وفق رمز لويس بالصيغتين الآتيتين:



يظهر رمز لويس لكل من جزيء الميثان والامونيا أن هناك نقطة اختلاف جوهرية مهمة جدا بينهما، وهي وجود مزدوج الكتروني على ذرة النتروجين لا تشترك في تكوين آصرة مع ذرة هيدروجين مما يجعل جزيء الامونيا ذا قابلية للتفاعل مع ذرات أخرى عن طريق اشراك هذا المزدوج الالكتروني .تسمى الاصرة المتكونة نتيجة لاشتراك مزدوج الكتروني)مزدوج غير مشترك في تكوين أصرة(كما في ذرة النتروجين مع ذرة اخرى تمتلك اوربيتال فارغ مهيَّأ لاستقباله بالاصرة التناسقية(**Coordination bond**) ويعبر عنها بسهم (→) يتجه من الذرة الواهبة الى الذرة المستقبلة للمزدوج الالكتروني، كما هو في تفاعل الامونيا مع البروتون لتكوين ايون الامونيوم الموجب.



كما يمكن للامونيا إشراك هذا المزدوج الالكتروني مع مركبات أُخرى اضافة لايون الهيدروجين، كما في معقد أمين الفلز عندما يهب النتروجين المزدوج الالكتروني الى ايون الفلز كما هو في التفاعلات الآتية:



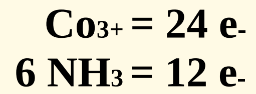
حيث تُعَدُّ الامونيا واهبة للالكترونات ولهذا فهي قاعدة حسب مفهوم لويس، أما الايون الفلزي الذي استقبل هذا المزدوج الالكتروني فيعد حامضاً حسب مفهوم لويس. ونتيجة لهذا التفاعل تتكون الآصرة التناسقية، ويدعى ناتج التفاعل المتكون بالمعقد التناسقي. وباختصار يمكن القول إن هذا التفاعل هو عبارة عن تفاعل قاعدة لويس الذي يسمى الليكند مع حامض لويس والذي يسمى الايون أو الفلز المركزي.

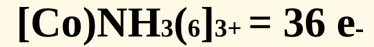
مثال 5 – 3 : ما العدد الذري الفعال للمعقد $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ وهل تنطبق قاعدة **EAN** عليه ؟ اذا علمت ان العدد الذري للكوبلت 27

يتم الحساب على وفق الآتي:

Co = 27 e-

نجمع

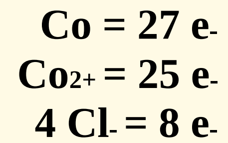

$Co^{3+} = 24\ e^-$
$6\ NH_3 = 12\ e^-$

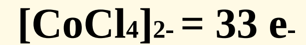


$[Co)NH_3(_6]^{3+} = 36\ e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 36 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الكربتون، ولهذا فالمركب المعقد يكون مستقراً لانه يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال.

مثال 5 – 4 : ما العدد الذري الفعال للمعقد $[CoCl_4]^{2-}$ وهل تنطبق قاعدة EAN عليه؟ اذا علمت ان العدد الذري للكوبلت هو 27.


$Co = 27\ e^-$
$Co^{2+} = 25\ e^-$
$4\ Cl^- = 8\ e^-$



$[CoCl_4]^{2-} = 33\ e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 33 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة لذا لا تخضع لقاعدة العدد الذري الفعال ولكن وعلى الرغم من ذلك فإن هذا المعقد مركب مستقر.

تمرين 5– 2 : احسب العدد الذري الفعال للمركبات التالية ثم بين هل تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال؟
$[Pd(NH_3)_6]^{4+}$; $[Fe(CN)_6]^{3-}$; $[Ni(en)_3]^{2+}$

الحـــل

$[Ni(en)_3]^{2+}$	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	$[Pd(NH_3)_6]^{4+}$
$Ni = 28\ e^-$	$Fe = 26\ e^-$	$Pd = 46\ e^-$
$Ni^{2+} = 26\ e^-$	$Fe^{3+} = 23\ e^-$	$Pd^{4+} = 42\ e^-$
$3en = 12\ e^-$	$6CN^- = 12\ e^-$	$6NH_3 = 12\ e^-$
$[Ni(en)_3]^{2+} = 38\ e^-$	$[Fe(CN)_6]^{3-} = 35\ e^-$	$[Pd(NH_3)_6]^{4+} = 54\ e^-$
∴ لاتنطبق عليه قاعدة EAN	∴ لاتنطبق عليه قاعدة EAN	∴ تنطبق عليه قاعدة EAN

تمرين 5– 3 : ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ $[Ag(NH_3)_4]^{+}$ وهل تنطبق قاعدة EANعليهم؟ اذا علمت ان العدد الذري للنيكل هو 28 ، والعدد الذري للفضة 47.

الحـــل



$[Ni(NH_3)_6]^{2+}$

$Ni = 28\ e^-$

$Ni^{2+} = 26\ e^-$

$6NH_3 = 12\ e^-$

$[Ni(NH_3)_6]^{2+} = 38\ e^-$

∴ لاتنطبق عليه قاعدة EAN



$[Ag(NH_3)_4]^+$

$Ag = 47\ e^-$

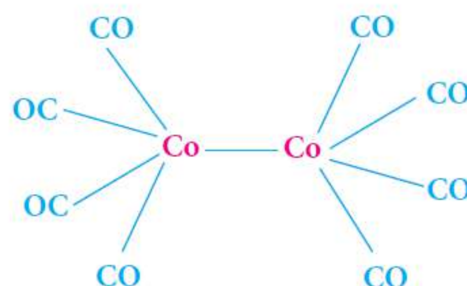
$Ag^+ = 46\ e^-$

$4NH_3 = 8\ e^-$

$[Ag(NH_3)_4]^+ = 54\ e^-$

∴ تنطبق عليه قاعدة EAN

عندما يكون ذرتان مركزيتان مثل المعقدان $[Mn_2(CO)_{10}]$ و $[Co_2(CO)_8]$ في هذه الحالة يكون احتساب العدد الذري الفعال لكل من المعقدين أعلاه كما يأتي:

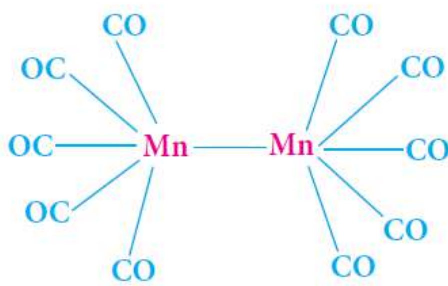


$Co = 27\ e^-$

$Co - Co = 1\ e^-$

$4CO = 8\ e^-$

$[Co_2(CO)_8] = 36$



$Mn = 25\ e^-$

$Mn - Mn = 1\ e^-$

$5CO = 10\ e^-$

$[Mn_2(CO)_{10}] = 36$

تمرين 5– 4

احسب العدد الذري الفعال للمعقد $[Re_2(CO)_{10}]$ ثم بين هل تنطبق قاعدة (EAN) عليه؟ اذا علمت ان العدد الذري لـ Re هو 75.

الحـــــل

$$[Re_2(CO)_{10}]$$

$$Re = 75\ e^-$$

$$Re-Re = 1\ e^-$$

$$5\ CO = 10\ e^-$$

$$[Re_2(CO)_{10}] = 86\ e^-$$

∴ تنطبق عليه قاعدة EAN

تسمية المركبات التناسقية

يتم اتباع القواعد التي أوصت باستخدامها الهيئة المختصة في تسمية المركبات اللاعضوية في الاتحاد الدولي للكيمياء الصرفة والتطبيقية(**IUPAC**) لتسمية المركبات التناسقية وكما يأتي:

1-عند تسمية مركب ايوني، يسمى الايون السالب أولا ثم يتبع بالايون الموجب،كما هو الحال في تسمية الأملاح البسيطة)مع ملاحظة عند التسمية باللغة الانكليزية يسمى الايون الموجب أولا ثم يتبع بالايون السالب(. فمثلا يسمى الملح ونتيجة الاستثناءات الكثيرة لهذه القاعدة نستنتج بان أهمية هذه القاعدة تعد قليلة، إلا أنها مفيدة في مجال محدد من الكيمياء التناسقية وخاصة لمعقدات الكاربونيل الفلزية **[$M(CO)_x$]** ، ومن الأمثلة على ذلك:

البسيط **Sodium chloride NaCl** بكلوريد الصوديوم

بينما يسمى المعقد التناسقي **$[Cr(NH_3)_6]Cl_3$** بكلوريد سداسي امين الكروم **(III)**

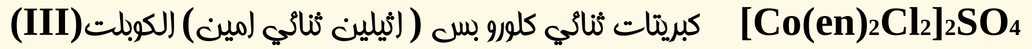
2-في المركبات التناسقية، تسمى الليكندات أولا ثم الفلز وفي حالة وجود أكثر من ليكند فإنها تذكر في التسمية حسب الترتيب الأبجدي للحروف باللغة الانكليزية، لكن التسمية تكون باللغة العربية، مثل:

$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ كلوريد رباعي أكوا ثنائي كلوروالكروم**(III)**

3-تنتهي الليكندات السالبة بالحرف (و) وباللغة الانكليزية بالحرف **o** بينما تسمى الليكندات المتعادلة باسم الجزيئة دون تغيير عدا الماء فيسمى أكوا (**aqua**) والامونيا بالأمين (**ammine**)حيث يتكرر الحرف **m** عند كتابتها باللغة الانكليزية مرتين عند التعبير عن الامونيا لتفريقها عن الأمينات الأخرى حيث تكتب باستخدام حرف **m** واحد. أما الليكندات الموجبة (والتي هي نادرة) فتنتهي ب (يوم) (**ium**)يوضح الجدول (**5 – 2**) أمثلة على اسماء بعض الليكندات السالبة و الموجبة بنوعيها احادية المخلب وثنائية المخلب:

4 – تستعمل البادئات ثنائي(di) وثلاثي (tri) ورباعي (tetra) .....الخ قبل أسماء الليكندات البسيطة مثل برومو ونايترو وغيرها عندما يوجد أكثر من ليكند من نفس النوع في المعقد.

في حين تستخدم البادئات بس (bis) وترس (tris) قبل أسماء الليكندات المعقدة مثل اثلين ثنائي أمين والذي يرمز له (en) واثيلين ثنائي أمين رباعي حامض الخليك والذي يرمز له(EDTA) مثل:

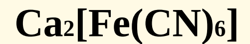

$[Co(en)_2Cl_2]_2SO_4$ كبريتات ثنائي كلورو بس (اثيلين ثنائي امين) الكوبلت(III)

الليكندات المعقدة : $(NH_2)_2CO$, en , dmg^{-1} , $EDTA^{-4}$, $C_2O_4^{-2}$,

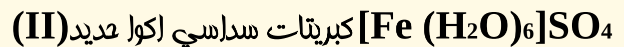
5-يعبر عن حالة التأكسد للذرة المركزية بالأرقام الرومانية وتحصر بين قوسين مباشرة بعد اسم الفلز. عندما تكون حالة التأكسد مساوية صفراً فيستعمل الرقم (0) مثل $[Ni(CO)_4]$: رباعي كاربونيل نيكل (0)

6-عندما يكون المعقد ايونا سالبا ينتهي اسم الفلز المركزي ب (ات) (ate) وفي أكثر الأحيان تستعمل الأسماء اللاتينية للفلز (مثلاً الحديد فيرم والصوديوم نتروم والرصاص بلمبم .. الخ)

أما في المعقدات الأيونية الموجبة أو المتعادلة فيبقى اسم الفلز المركزي دون أي تغيير. مثل


$Ca_2[Fe(CN)_6]$

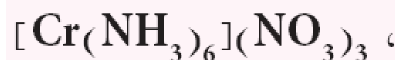
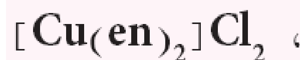
سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم


$[Fe(H_2O)_6]SO_4$ كبريتات سداسي اكوا حديد(II)


$[Ni(dmg)_2]$ بس (ثنائي مثيل كلايكسيماتو) نيكل(II)

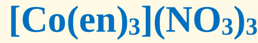
7– تضيف كلمة ايون في بداية الاسم اذا كان هنالك شحنة اعلى المعقد

تمرين 5 – 5 : سم المركبات التناسقية الاتية

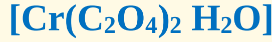
 $[Co(NH_3)_5H_2O]Cl_3$ ،	كلوريد خماسي امين اكوا الكوبلت (III)
 $Na[Co(NH_3)_4Cl_2]$ ،	رباعي امين ثنائي كلورو كوبلتات (I) الصوديوم
 $K_2[PtCl_6]$ ،	سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم
 $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ ،	نترات سداسي امين الكروم (III)
 $[Cu(en)_2]Cl_2$ ،	كلوريد بس(اثلين ثنائي امين)النحاس (II)
 $(NH_4)_2[Cr(SCN)_6]$	سداسي ثايوسياناتو كرومات (IV) الامونيوم

7-5 اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التناسقية الآتية :

أ- نترات ترس (أثيلين ثنائي أمين) كوبلت (III) .
ب- رباعي سيانو نيكلات (0) بوتاسيوم .
ج- ايون اكوا بس اوكزالاتو كرومات (III) .
د- رباعي كلورونيكلات (II) بوتاسيوم .
هـ- رباعي كلورومانغنات (II) بوتاسيوم .
و- كلوريد سداسي اكوا تيتانيوم (III) .
ز- رباعي كاربونيل نيكل (0) .
ح- ايون (اثيلين ثنائي أمين) رباعي يودو كرومات (III) .
ط- ايون اكوا سيانو بس اثلين ثنائي الامين الكوبلت (III) .
ي- ايون رباعي امين نحاس (II) .


$[Co(en)_3](NO_3)_3$


$K_4[Ni(CN)_4]$


$[Cr(C_2O_4)_2 H_2O]$


$K_2[Ni Cl_4]$


$K_2[MnCl_4]$


$[Ti(H_2O)_6]Cl_3$


$[Ni(CO)_4]$


$[Cr(en)I_4]^-$


$[CO(en)_2(H_2O)(CN)]^{+2}$


$[Cu(NH_3)_4)]^{+2}$

سؤال 5–6 : سم المركبات التناسقية الاتية

الحـــل


1- $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{2+}$
ايون خماسي اكوا نايتروسيل الحديد (II)


2- $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$
خماسي سيانو نايتروسيل فيرات (III) الصوديوم


3- $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$
كبريتات خماسي امين ازيدو الكوبلت (III)


4- $K_4[Ni(CN)_4]$
رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم


5- $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$
ايون رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)


6- $[Ni(en)_2Cl_2]^{2+}$
ايون ثنائي كلوروبس (اثيلين ثنائي امين) النيكل (IV)

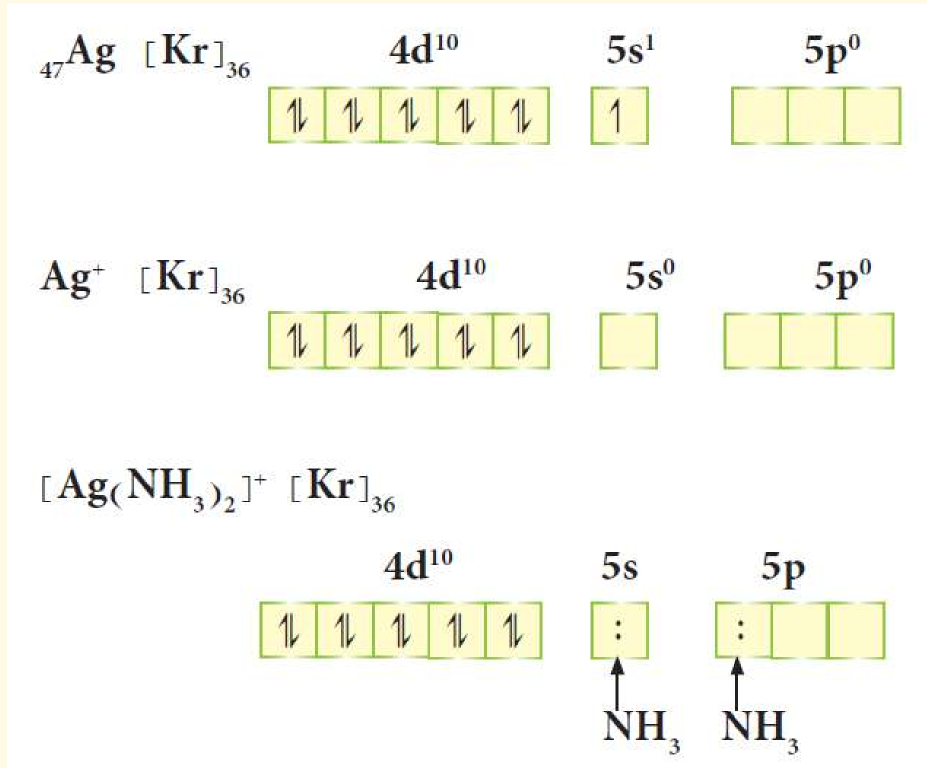

7- $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$
ثلاثي امين ثلاثي نايترو الكوبلت (III)


8- $K_2[PtCl_6]$
سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم

7-5 نظرية آصرة التكافؤ

مثال : جد نوع التهجين و الشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدات التالية :

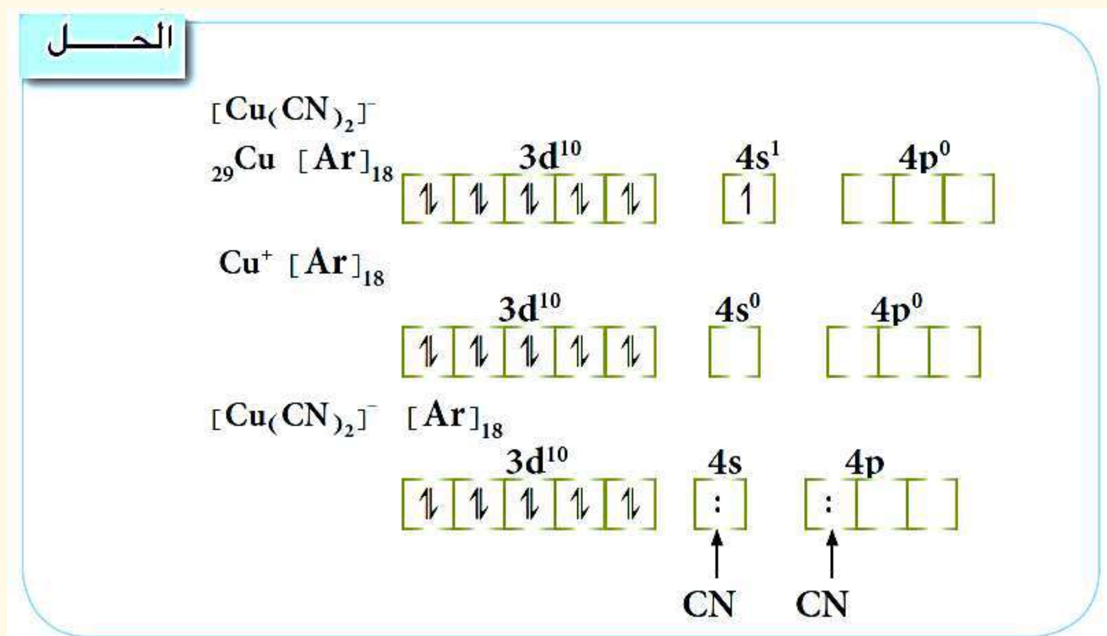
الأيون المعقد ثنائي امين الفضة (I) $[Ag(NH_3)_2]^+$



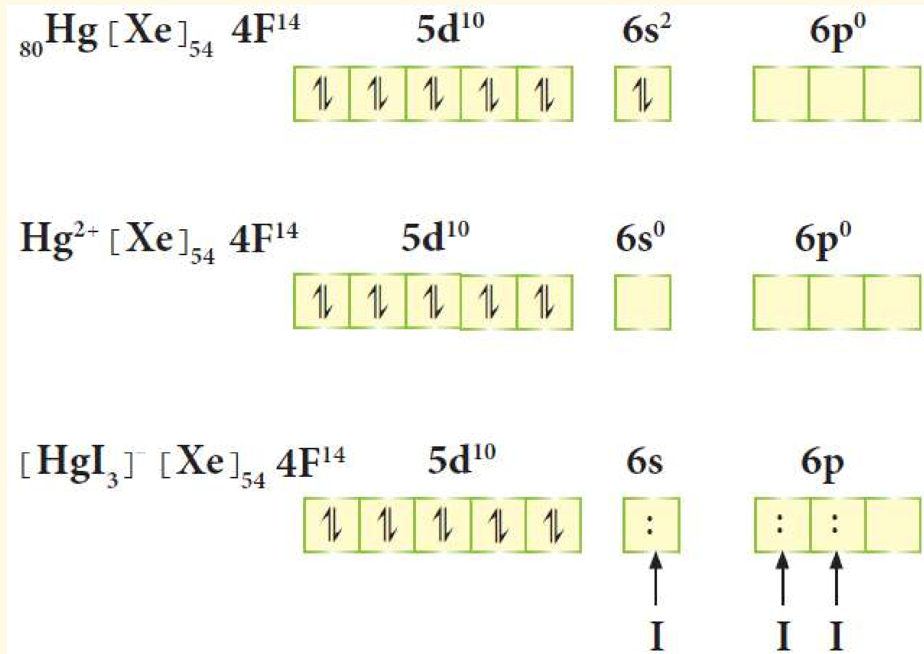
نوع التهجين : sp الشكل الهندسي : خطي الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسي

تمرين 5– 6 إعتمادا على VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات

للمعقد $[Cu(CN)_2]^-$

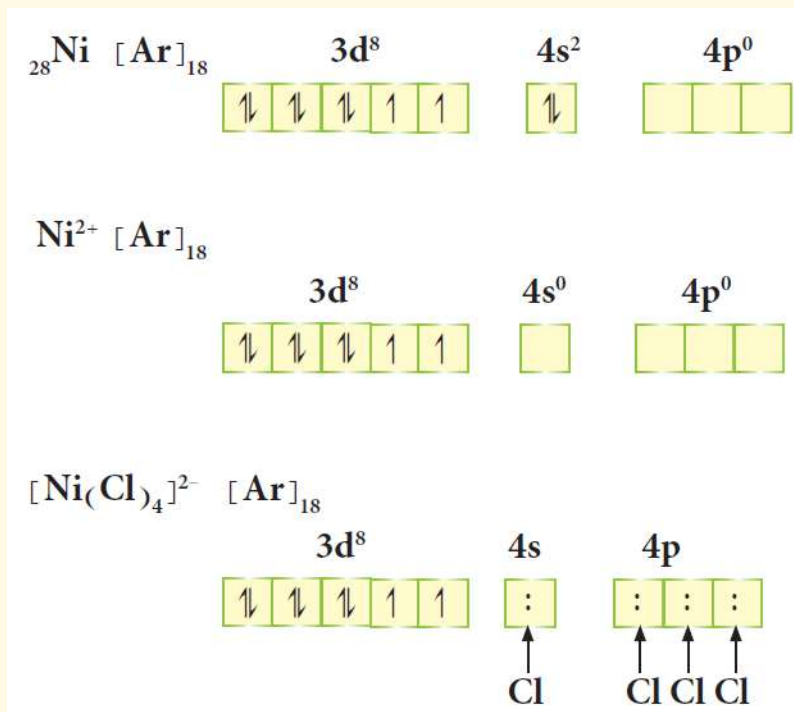


مثال اخر : الايون المعقد ثلاثي يودو زئبقات(II) $[HgI_3]^-$



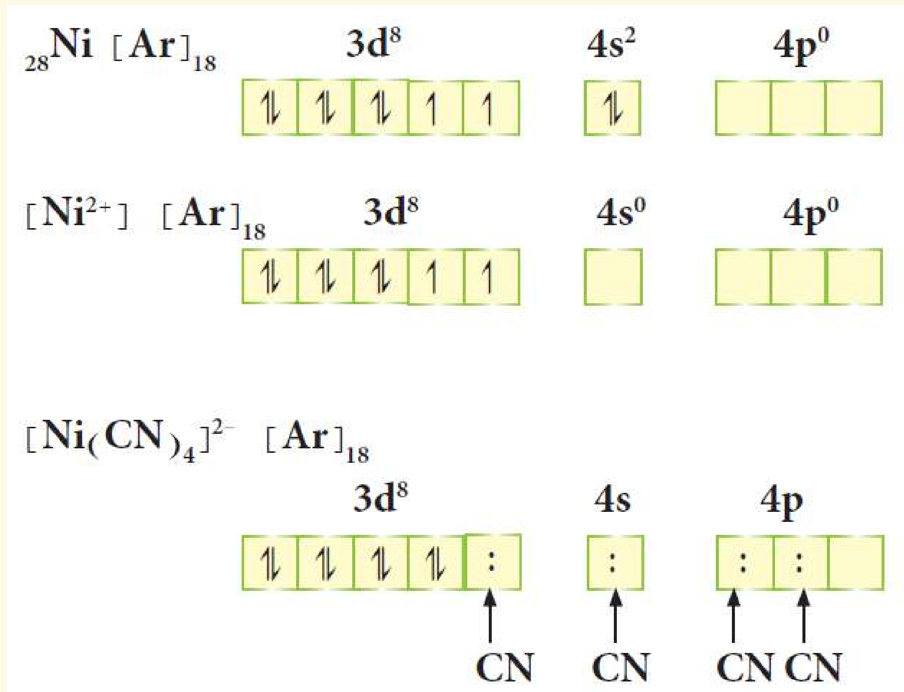
نوع التهجين : sp^2 الشكل الهندسي : مثلث مستوي   الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسي

مثال اخر : الايون المعقد رباعي كلورو نيكلات(II) $[Ni\ Cl_4]^{-2}$



نوع التهجين : sp^3 الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم   الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسي

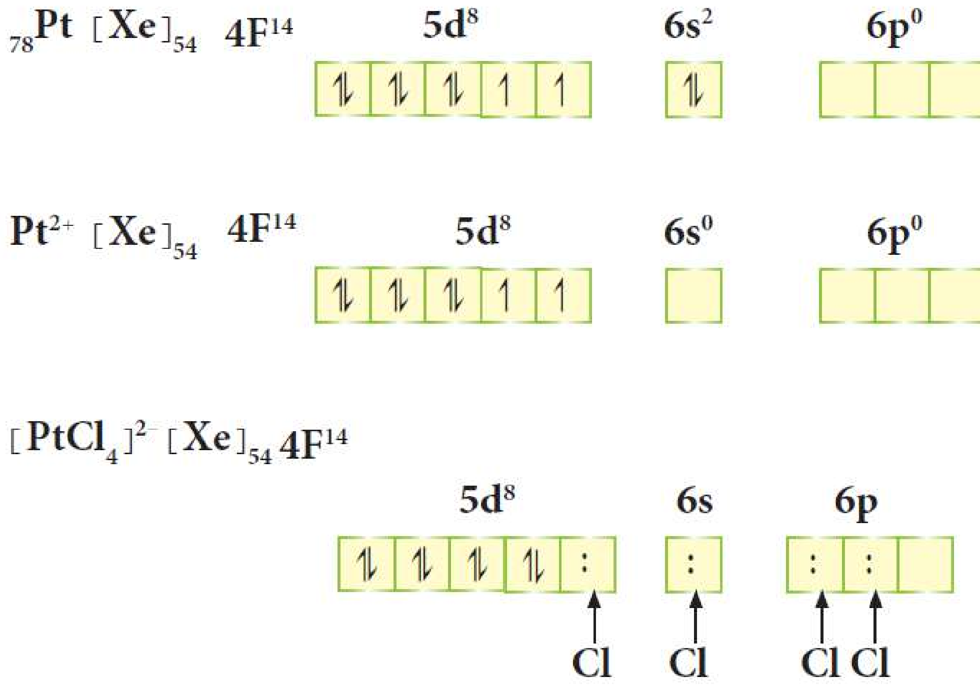
مثال اخر : الايون المعقد رباعي سيانو نيكلات (II) $[Ni(CN)4]^{2-}$



التهجين : dsp^2 الشكل الهندسي : مربع مستوي   الصفة المغناطيسية : دايامغناطيسي

أما في حالة عناصر السلسلتين الانتقاليتين الثانية والثالثة (العدد الذري اكبر من 39) فان معقداتها رباعية التناسق تكون ذات أشكال هندسية من نوع مربع مستوٍ (تهجين dsp^2)بغض النظر عن كون الليكند قوياً أو ضعيفاً.علل : ج : السبب هو حجم الايون الكبير مقارنة بحجم الايون في السلسلة الانتقالية الأولى

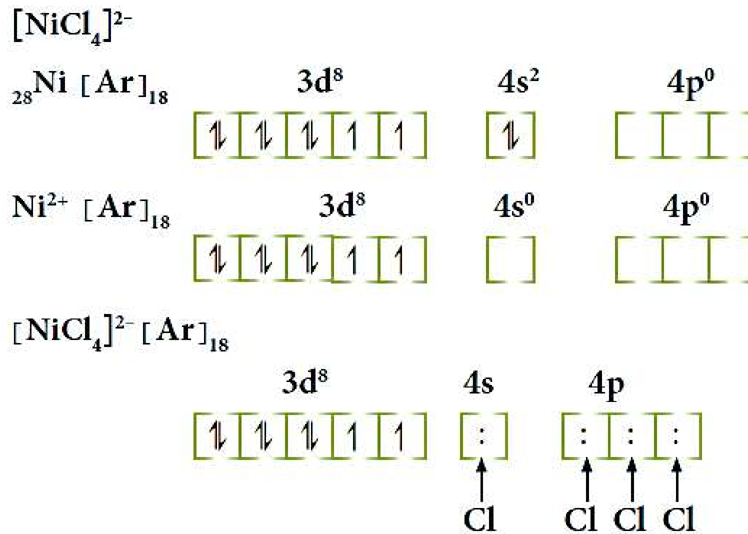
المعقد $[PtCl_4]^{-2}$

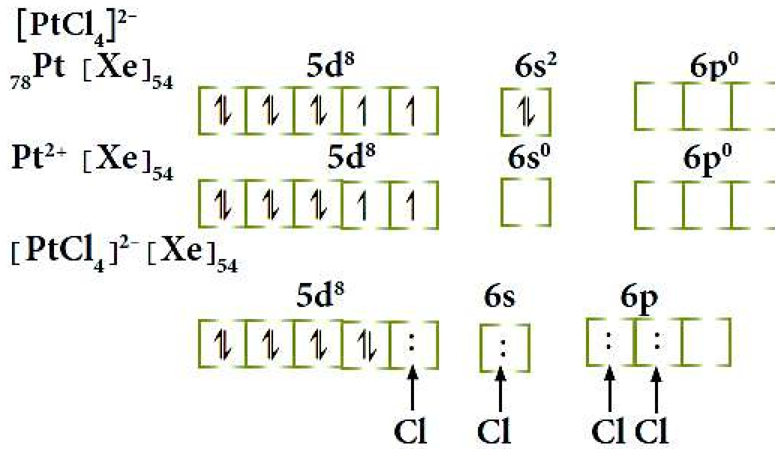


نوع التهجين : dsp^2 الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم الصفة المغنماطيسية : داياماغناطيسي

تمرين 7-5 : لماذا المعقد $[NiCl_4]^{-2}$ بارامغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{-2}$ دايا مغناطيسي؟

وضح ذلك وفق نظرية آصرة التكافؤ.





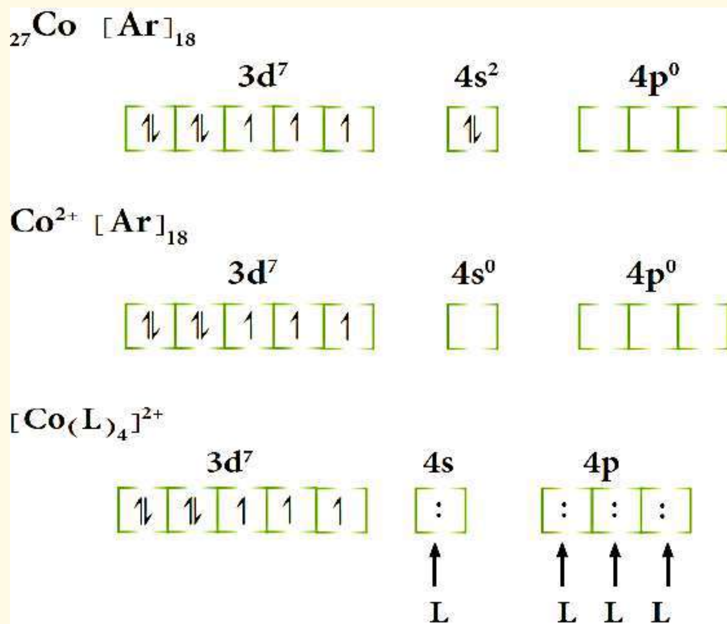
NOTE : ويعرف الزخم المغناطيسي (μ) الناتج من برم الالكترونات وفق المعادلة الاتية:

$$\mu \text{ (B.M)} = [e(e+2)]^{1/2}$$

حيث أن **e** = عدد الالكترونات المنفردة و أن **B.M** هي وحدة لقياس الزخم المغناطيسي تسمى بور مغنيتون **(Bohr Magneton)**

مثال **5 - 5** : لنفرض أن للكوبلت **(II)** المعقد **$[Co(L)_4]^{+2}$** حيث أن **L** يمثل ليكند أحادي المخلب. اكتب تهجين هذا المعقد ثم جد الزخم المغناطيسي:

الحل: **1**-الحالة الاولى : يكون الترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي لفلز الكوبلت و المعقد كالاتي:

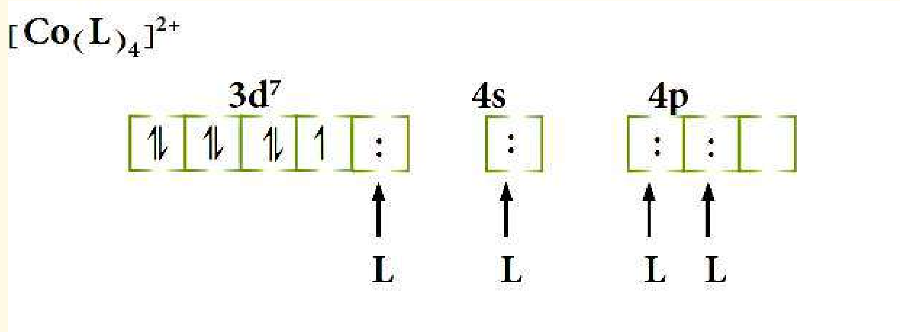


نلاحظ على وفق هذا الترتيب ان عدد الالكترونات المنفردة يساوي **3** ، وعليه تكون قيمة الزخم المغناطيسي كالاتي:

$$\mu = [e(e+2)]^{1/2}$$

$$\mu = [3(3+2)]^{1/2} = 3.87\ B.M$$

1- الحالة الثانية : يكون الترتيب الالكتروني كالتالي :



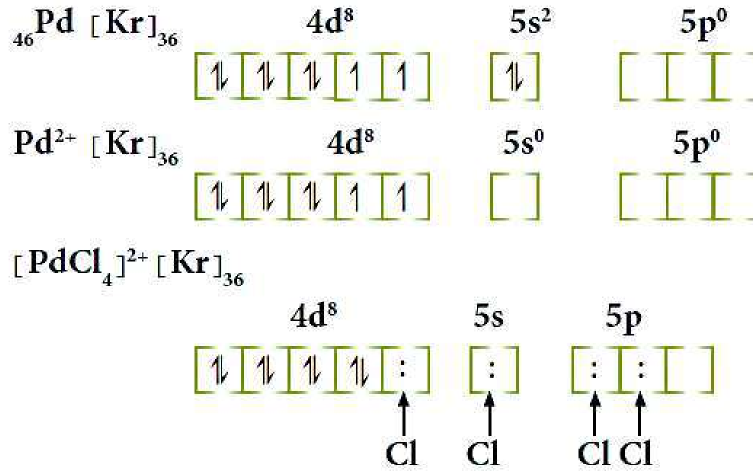
يكون قيمة الزخم المغناطيسي كالاتي: $\mu = 1(1+2)^{1/2} = 1.73\ B.M$

أذن من خلال معرفة الزخم المغناطيسي يمكن معرفة نوع التهجين، ففي حالة هذا المعقد يكون التهجين في الحالة الاولى اي عندما يكون قيمة الزخم المغناطيسي تساوي **3.87 B.M** من نوع sp^3 ، بينما يكون نوع التهجين عندما تكون قيمة الزخم المغناطيسي **1.73 B.M** من نوع dsp^2.

تمرين **5 –8** : إعتماداً على نظرية آصرة التكافؤ **VBT** ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدين $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ و $[PdCl_4]^{2-}$ ثم احسب μ لكل منها.



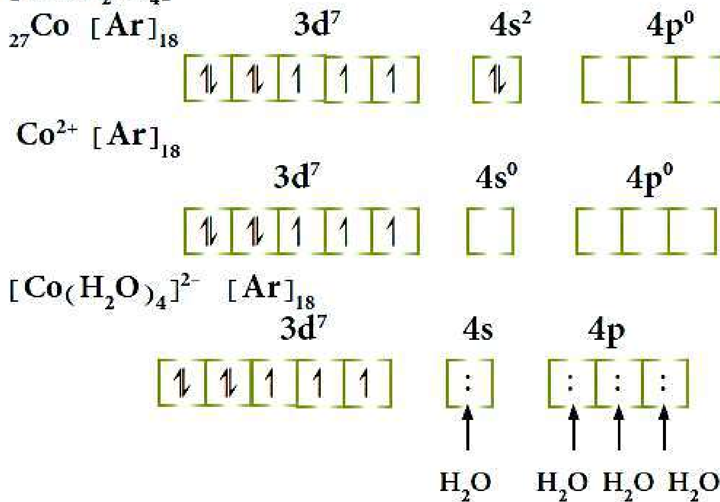
$[PdCl_4]^{2-}$



$\mu\,(B.M) = [e(e+2)]^{1/2} = [0(0+2)]^{1/2} = 0$

التهجين هو dsp^2 والشكل الهندسي مربع مستوي والصفة دايامغناطيسية.





$\mu\,(B.M) = [e(e+2)]^{1/2} = [3(3+2)]^{1/2} = 3.87\ B.M$

التهجين هو sp^3 والشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم والصفة بارامغناطيسية.

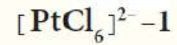
اسئلة الفصل الخامس

1-5 ما الذي يميز العناصر الانتقالية عن العناصر الممثلة؟

2-5 ماهو الفرق بين الأملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟

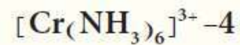
3-5 عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1 :1 فان المحلول الناتج يعطي كشفاً لايون Fe^{2+}، بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 1 : 4 فان المحلول الناتج لا يعطي كشفاً لايون Cu^{2+}. وضح ذلك ؟

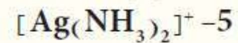
4-5 عرف العدد الذري الفعال، ثم احسب قيمته لكل من المعقدات الآتية :


1- $[PtCl_6]^{2-}$


2- $[Pt(NH_3)_6]$


3- $[FeCl_4]^-$

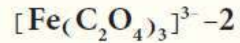

4- $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$

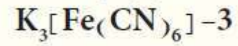

5- $[Ag(NH_3)_2]^+$

ج : 1) 86 ; 2) 90 ; 3) 31 ; 4) 33 ; 5) 50

5-5 ما العدد التاكسدي (التكافؤ الاولي) للحديد في المركبات الآتية :


1- $[Fe(CO)_5]$

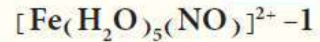

2- $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$


3- $K_3[Fe(CN)_6]$

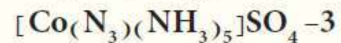

4- $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

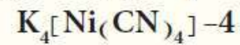
ج : 1) (0) ; 2) -(+3) ; 3) (+3) ; 4) (+2)

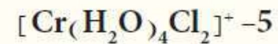
6-5 سم المركبات المعقدة الآتية :

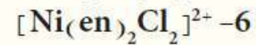

1- $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{2+}$

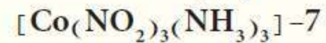

2- $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$

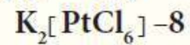

3- $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$


4- $K_4[Ni(CN)_4]$


5- $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$


6- $[Ni(en)_2Cl_2]^{2+}$


7- $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$


8- $K_2[PtCl_6]$

7-5 اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التناسقية الآتية :

أ- نترات ترس (أثيلين ثنائي أمين) كوبلت (III) .

ب- رباعي سيانونيكلات (0) بوتاسيوم .

ج - ايون اكوا بس اوكزالاتو كرومات (III) .

د - رباعي كلورونيكلات (II) بوتاسيوم .

هـ- رباعي كلورومانغنات (II) بوتاسيوم .

و - كلوريد سداسي اكوا تيتانيوم (III) .

ز - رباعي كاربونيل نيكل (0) .

ح - ايون (اثيلين ثنائي أمين) رباعي يودو كرومات (III) .

ط- ايون اكوا سيانو بس اثلين ثنائي الامين الكوبلت (III) .

ي - ايون رباعي امين نحاس (II) .

8-5 اذا كانت لديك المركبات التناسقية الثلاثة الآتية :

$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$ و $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ و $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$ فما هو الآتي:

أ- العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في كل مركب ؟

ب- العدد التناسقي للكروم في كل مركب ؟

ج- أسماء هذه المركبات ؟

9-5 اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

1- إن العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في الايون المعقد $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$ هو :

أ- 3	ب- 1	جـ- 6	د- 5

2- إن العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للبلاتين في الايون المعقد $[Pt(C_2H_4)Cl_3]^-$ هو :

أ- 1	ب- 2	جـ- 3	د- 4

3- إن الصيغة التركيبية للمركب (ثنائي كلورو بس (يوريا) نحاس (II) هي :

أ- $[Cu\{(NH_2)_2CO\}_2]Cl_2$

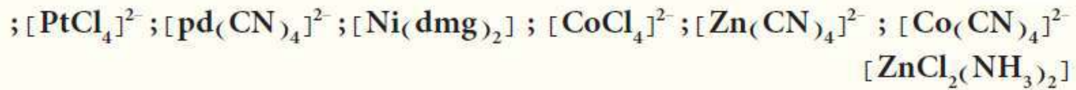
ب- $[Cu\{(NH_2)_2CO\}Cl]Cl$

ج- $[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$

د - جميع الاجابات السابقة خطأ .

4- إن اسم المركب $[Pt(NH_3)_3Br(NO_2)Cl]Cl$ على وفق نظام الـ IUPAC هو :
أ- كلوريد ثلاثي أمين كلورو برومو نايترو بلاتين (IV) .
ب- كلوريد ثلاثي أمين كلورو برومو نايترو كلورو بلاتين (IV) .
ج- كلوريد ثلاثي أمين برومو كلورو نايترو بلاتين (IV) .
د- كلوريد ثلاثي أمين نايترو كلورو برومو بلاتين (IV) .

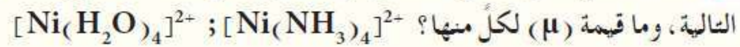
10-5 اعتمادا على نظرية آصرة التكافؤ (VBT) أجب عن الأسئلة التالية لكل من المركبات التناسقية الاتية :



$[Co(CN)_4]^{2-}$; $[Zn(CN)_4]^{2-}$; $[CoCl_4]^{2-}$; $[Ni(dmg)_2]$; $[pd(CN)_4]^{2-}$; $[PtCl_4]^{2-}$;
$[ZnCl_2(NH_3)_2]$

أ- ما نوع التهجين للذرة المركزية ؟
ب- ما الشكل الهندسي للمعقد ؟
جـ- ما الصفة المغناطيسية للمعقد ؟ ولماذا ؟

11-5 اعتمادا على نظرية آصرة التكافؤ (VBT) ماهو عدد الالكترونات المنفردة للمركبات التناسقية التالية، وما قيمة (μ) لكلٍ منها؟



$[Ni(NH_3)_4]^{2+}$; $[Ni(H_2O)_4]^{2+}$

12-5 لنفرض ان للنيكل II في المعقد الايوني $[NiL_4]^{2-}$ الليكند L حيث يمثل ليكند احادي المخلب جد :
1) شحنة الليكند L.
2) التهجين للذرة المركزية في المعقد الايوني.
3) الزخم المغناطيسي (μ).

13-5 عرف المصطلحات الاتية :
المركب التناسقي، ليكند ، ذرة مانحة ، عدد التناسق ، ليكندات كليتية.

حل الاسئلة :

4-5 الحل :

العدد الذري الفعال : وهو مجموع عدد الالكترونات الموجودة على الفلز او الايون المركزي للالكترونات الممنوحة من الليكندات . وتكون قيمته للمعقدات كالاتي:

1 -

$[PtCl_6]^{2-}$

$Pt = 78\ e^-$

$Pt^{4+} = 74\ e^-$

$6Cl^- = 12\ e^-$

$[PtCl_6]^{2-} = 86\ e^-$

2 -

$[Pt(NH_3)_6]$

$Pt = 78\ e^-$

$6NH_3 = 12\ e^-$

$[Pt(NH_3)_6] = 90\ e^-$

3 -

$[FeCl_4]^-$

$Fe = 26\ e^-$

$Fe^{3+} = 23\ e^-$

$4Cl^- = 8\ e^-$

$[FeCl_4]^- = 31\ e^-$

4 -

$[Cr(NH_3)_6]^{3+}$

$Cr = 24\ e^-$

$Cr^{3+} = 21\ e^-$

$6NH_3 = 12\ e^-$

$[Cr(NH_3)_6]^{3+} = 33\ e^-$

5 -

$[Ag(NH_3)_2]^+$

$Ag = 47\ e^-$

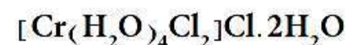
$Ag^+ = 46\ e^-$

$2NH_3 = 4\ e^-$

$[Ag(NH_3)_4]^+ = 50\ e^-$

8-5:

الحـــل



$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$

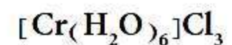
$Cr^{(x)} + 4 \times (0) + 2 \times (-1) = +1$

$x = +3$

عدد التأكسد = +3

العدد التناسقي = 6

كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III). المائي



$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$

$Cr^{(x)} + 6 \times (0) = +3$

$x = +3$

عدد التأكسد = +3

العدد التناسقي = 6

كلوريد سداسي اكوا الكروم (III)



$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$

$Cr^{(x)} + 5 \times (0) + 1 \times (-1) = +2$

$x = +3$

عدد التأكسد = +3

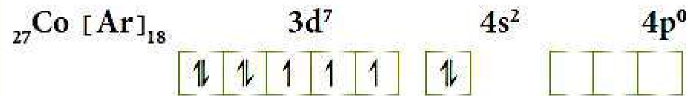
العدد التناسقي = 6

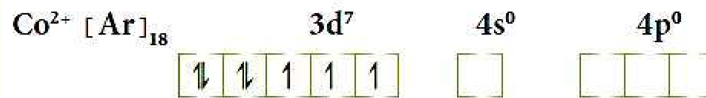
كلوريد خماسي اكوا كلوريد الكروم (III).المائي

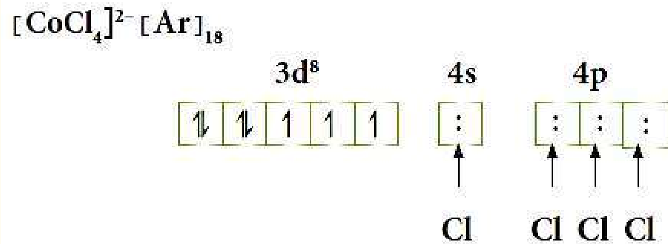
10–5 :

الحـــل



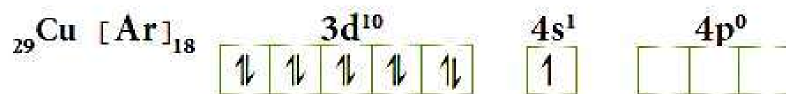


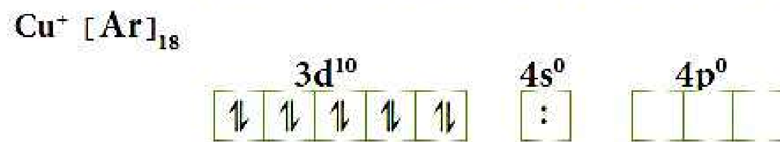


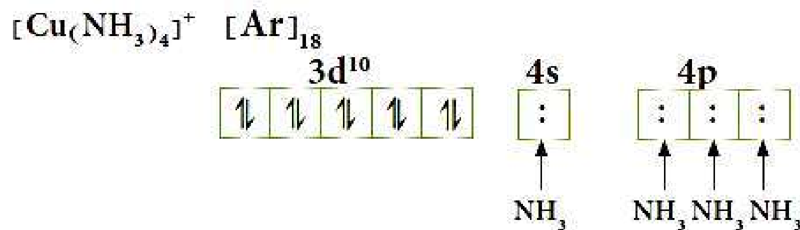


- التهجين Sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم
- المعقد بارا مغناطيسي لوجود ثلاثة الكترونات منفردة



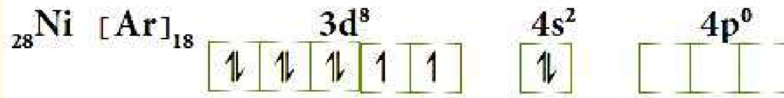




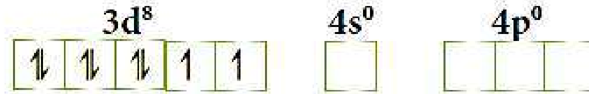


- التهجين Sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم
- المعقد دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة واحد

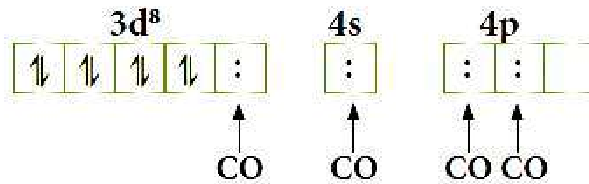












ـ التهجين dsp^2

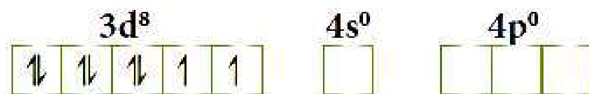
ـ الشكل الهندسي مربع مستوي

ـ المعقد دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة واحد

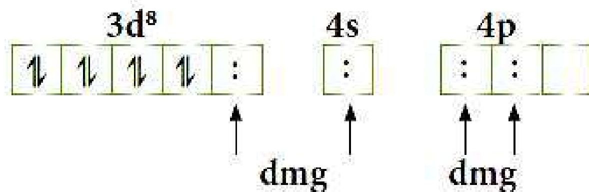










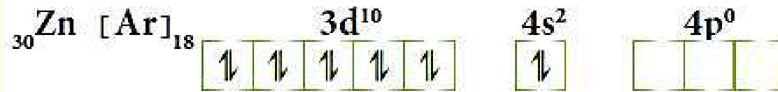


ـ التهجين dsp^2

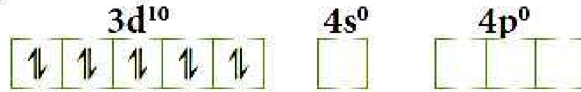
ـ الشكل الهندسي مربع مستوي

ـ المعقد دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة واحد

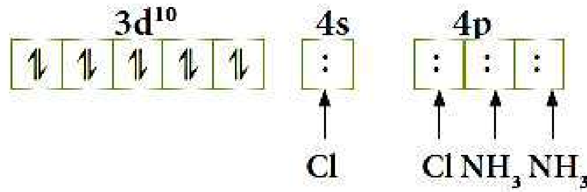






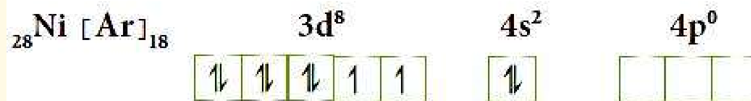


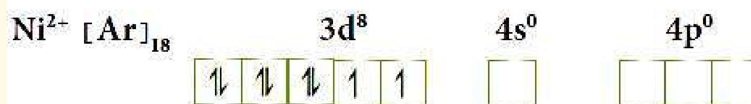




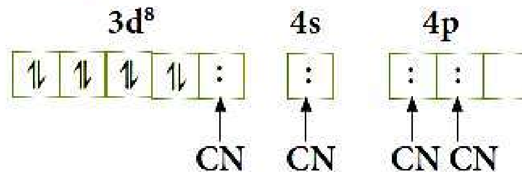
- التهجين Sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم
- المعقد دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة واحد



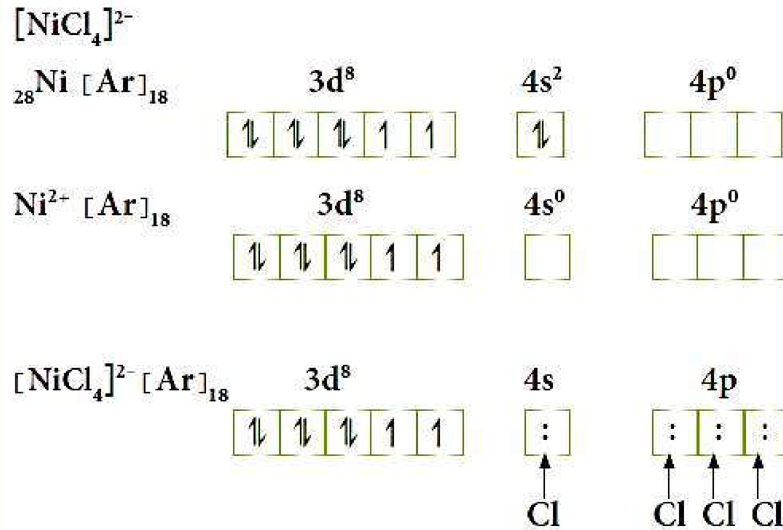








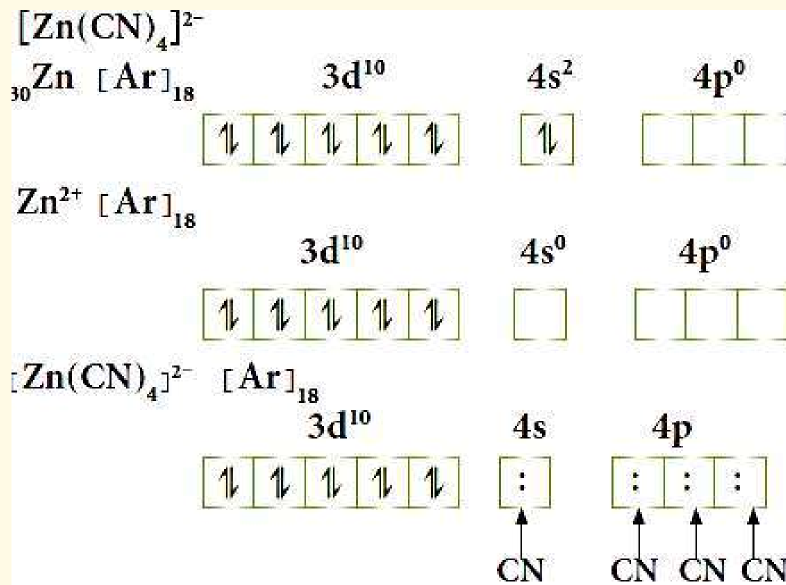
- التهجين dsp^2
- الشكل الهندسي مربع مستوي
- المعقد دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة واحد



ـ التهجين sp^3

ـ الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم .

ـ المعقد بارا مغناطيسي لوجود الكترونين منفردة .



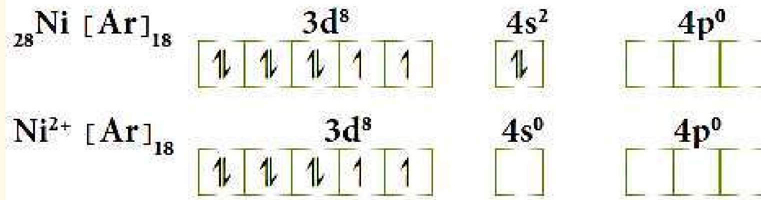
ـ التهجين Sp^3

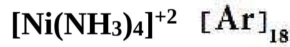
ـ الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم

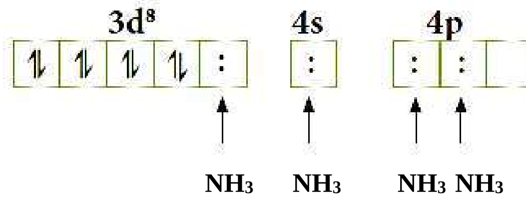
ـ المعقد دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة واحد

11-5 :





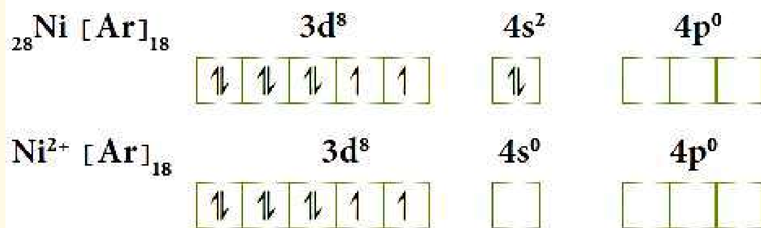


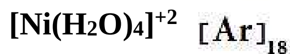


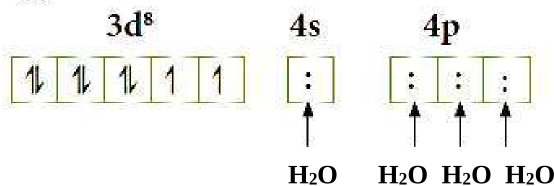
عدد الالكترونات المنفردة = 0

$$\mu \text{ (B.M)} = [e(e+2)]^{1/2} = [0(0+2)]^{1/2} = 0 \text{ B.M}$$









عدد الالكترونات المنفردة = 2

$$\mu \text{ (B.M)} = [e(e+2)]^{1/2} = [2(2+2)]^{1/2} = 2.8 \text{ B.M}$$

12-5: واجب : استعن بالمثال 5-5

الاسئلة الوزارية

2013 / تمهيدي

*تمرين 5 – 3 / ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Ag(NH_3)_4]^+$ وهل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ اذا علمت ان العدد الذري للفضة 47

*تمرين 5 – 8 / اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[PdCl_4]^{2-}$ ثم احسب μ له . علما ان العدد الذري لـ Pd = 46 , Cl = 17

2013 / د1

*املا الفراغات / الصيغة البنائية للمركب كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلوريد الكروم (III) هي ———— (ص207)

*ما التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للفلز المركزي في المركب $[Cr(NH3)_6] (NO_3)_3$

* تمرين 5 – 7 / لماذا المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارا مغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{2-}$ دايا مغناطيسي ؟ وضح ذلك وفق نظرية اصرة التكافؤ علما ان العدد الذري Cl = 18 و Ni = 28 و Pt = 78

2013 / د2

* ما التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للكوبلت في المركب $[Co(NH_3)_5Cl] Cl_2$

*س 5- 11,10 / اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين للذرة والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[NiCl_4]^{2-}$ ؟ ثم احسب μ له اذا علمت ان العدد الذري لـ

Ni = 28 و لـ Cl = 17

*الصيغة الكيميائية للمركب التنافسي سداسي سيان وفيرات II الكاليسيوم هي ————

2013 / د3

*عرف / الملح المزدوج

* الصيغة التركيبية للمركب كبريتات سداسي اكوا حديد II هي ————

*تمرين 5 – 3 / ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Ni (NH_3)_6]^{2+}$ وهل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ اذا علمت ان العدد الذري للنيكل هو 28

2014 / تمهيدي

*عرف / الملح المزدوج

*املأ الفراغات / ان الصيغة التركيبية للمركب رباعي كاربونيل نيكل (0) هي ————

*السؤال 5 – 4 / احسب العدد الذري الفعال $[Pd(NH_3)_6]^{+4}$ وهل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ اذا علمت ان العدد الذري لـ Pd = 46

*س 5 – 10 / اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) , ما نوع التهجين للذرة والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[NiCl_4]^{-2}$ ؟ علما ان العدد الذري للنيكل =28

2014 د/1

*عرف / مجال التناسق

*مثال 5 – 1 / وضح لماذا يصف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[FE(CN)_6]$ كمركب تناسقي ؟

*تمرين 5 – 8/ اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) , ما نوع التهجين والشكل الشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[PdCl_4]^{-2}$ ثم احسب μ له علما ان العدد الذري لـ Pd = 46 , Cl = 17

2014 / د / 2

*عرف / العدد الذري الفعال

*املا الفراغات / الصيغة الكيميائية للمركب التناسقي كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلور الكروم (III) هي ————

*تمرين 5 – 8 / اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) , ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ ثم احسب μ له علما ان العدد الذري للكوبلت

$\sqrt[2]{15} = 3.87$, 27 =

2014 / د / 3

*عرف / المعقد المتعادل

*املأ الفراغات / معقد تناسقي يمتلك ثلاث الكترونات مفردة فان قيمة الزخم المغناطيسي μ يساوي ———

*السؤال 5 – 10 / (فقط تغيير صيغة السؤال) اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للمعقد $[Zn(CN)_4]^{2-}$ اذا علمت ان العدد الذري لـ Zn = 30

2015 / تمهيدي

*السؤال 5 – 2 / ما الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟
*ما العدد الذري الفعال للمعقد $[CoCl_4]^{-2}$ ؟ وهل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ Co = 27
*تمرين 5- 8 اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد [$PdCl_4]^{-2}$ ؟ Pd = 46

2015 / د / 1

*املأ الفراغات / (تمرين 5-2) العدد الذري الفعال للمعقد $[Fe(CN)_6]^{-3}$ يساوي ——— علما ان العدد الذري للحديد (26)
*السؤال 5 – 10 / اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[ZnCl_2(NH_3)_2]$ علما ان العدد الذري للخارصين يساوي 30

2015 / نازحين

*املأ الفرغات ص206/ العدد الذري الفعال للمعقد $[Mn_2(CO)_{10}]$ يساوي ——— 25 Mn

*يصنف $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج وضح ذلك ؟

*السؤال 5- 15 اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Co(CN)_4]^{-2}$ علما ان العدد الذري للكوبلت يساوي 27

2015 /د/ 2

*املأ الفراغات / تمرين (5-1) التكافؤ الاولي للحديد المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ = ــــــــــــ

*السؤال 5 – 10 / اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[PdCl_4]^{2-}$ علما ان العدد الذري لـ Pt = 78

2016 / تمهيدي

*املأ الفراغات / التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للفلز المركزي في المركب $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ يساوي ــــــــــــ

*تمرين 5-8 / اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[PdCl_4]^{-2}$ العدد الذري لـ Pd = 46

2016 / د / 1

*عرف / العدد الذري الفعال

*علل / وضح لماذا يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب تناسقي

*اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) قارن بين المعقدين $[NiCl_4]^{-2}$ و $[Ni(CN)_4]^{-2}$ من حيث نوع التهجين للذرة والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية اذا علمت ان العدد الذري لـ Ni = 28

2016 / د / 2

*عرف / الملح المزدوج

*املأ الفراغات / العدد الذري الفعال للمعقد $[Fe(CO)_5]$ يساوي ــــــــ ؟ علما ان العدد الذي للحديد (26)

*السؤال 5 – 10 / اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) , ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد [ZnC12(NH3)2] علما ان العدد الذري للخارصين يساوي 30

2016 /د/ 3

*علل / يصنف $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج ؟

*املأ الفراغات / العدد الذري الفعال للمعقد $[Co_2(CO)_8]$ يساوي ــــــــ ؟ علما ان العدد الذري لـ Co (27)

*اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) قارن بين المعقدين $[Ni(N_2O)_4]^{+2}$ و $[Ni(NH_3)_4]^{+2}$ من حيث نوع التهجين للذرة والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية اذا علمت ان العدد الذري لـ Ni = 28

2017 / تمهيدي / إحيائي /

*عرف : العدد الذري الفعال

*الصيغة التركيبية للمركب التناسقي سداسي سيان وفيرات II الكاليسيوم هي ــــــــ

*السؤال 5 – 15 / اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) , مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Co(CN)_4]^{-2}$ علما ان العدد الذري للكوبلت يساوي 27

2017 / د / 1

*ما العدد الذري الفعال $[Fe(CN)6]^{-3}$ وهل تنطبق قاعدة (EAN) عليه اذا علمت ان العدد الذري للحديد (26)

* ان الصيغة التركيبية للمركب كبريتات سداسي اكوا حديد (II) هي ــــــــ

*اعتمادا على نظرية (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[PdCl_4]^{2-}$ ثم احسب قيمة M علما ان العدد الذري لـ Pd = 46 و لـ Cl= 17

2017 / د / 2

*اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) قارن بين المعقدين $[CoCl_4]^{-2}$ و $[Ni(CN)_4]^{-2}$ من حيث نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية علما ان العدد الذري لـ Ni = 28 , Co = 27

*اكتب الصيغة التركيبية للمعقد كبريتات سداسي اكوا حديد (II) .

2017 / د / 3

*سمي المركب التناسقي $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ وما التكافؤ الاولي و الثانوي للكروم في المركب .

*اعتمادا على نظرية (VBT) ما نوع التهجين و الشكل الهندسي و الصفة المغناطيسية للمركبي $[Ni(NH_3)_4]^{+2}$, $[Ni(H_2O)_4]^{+2}$ علما ان العدد الذري لـ Ni = 28 .

2018 / د 1 / أ

عرف / الايون المركزي

*اعتمادا على نظرية (VBT) ما نوع التهجين و الشكل الهندسي و الصفة المغناطيسية للمركبي $[pdCl_4]^{-2}$ علما ان العدد الذري لـ pd = 46

ما العدد الذري الفعال للمعقد $[Ni(en)_3]^{+2}$ ؟ و هل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ علماً ان العدد الذري للنيكل (28)

2018 / د 1 / ت

عرف / الليكند

س / كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للفلز المركزي في المركب $K_3[Fe(CN)_6]$

*اعتمادا على نظرية (VBT) ما نوع التهجين و الشكل الهندسي و الصفة المغناطيسية للمركبي $[ptCl_4]^{-2}$ علما ان العدد الذري لـ pt = 78

2018 / د 2 / أ

فراغ / الصيغة التركيبية للمعقد التناسقي كلوريد اكوا خماسي امين الكوبلت (III) هي ....

* قارن بين $[pd(CN)_4]^{-2}$ و $[Zn(CN)_4]^{-2}$ اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) من حيث: 1) نوع التهجين 2) الشكل الهندسي 3) الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا ؟ العدد الذري pd = 46 , Zn = 30

تمرين 5- 4 / اذا علمت ان العدد الذري لـ Re = 75 فان العدد الذري الفعال للمعقد $[Re_2(CO)_{10}]$ هو (86 , 65 , 85)

2018 / د 2 / ت

عرف / المعقد المتعادل

فراغ / يسمى المركب المعقد $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ ب ....

س / ما التكافؤ الاولي للحديد لكل من $K_3[Fe(CN)_6]$, $[Fe(CO)_5]$

*اعتمادا على نظرية (VBT) ما نوع التهجين للذرة المركزية و الشكل الهندسي للمعقد و الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا ؟ وما قيمة (μ) $[pdCl_4]^{-2}$ علما ان العدد الذري لـ pd = 46

2018 / د 3 / أ

عرف / مجال التناسق

*اعتمادا على نظرية (VBT) ما نوع التهجين للذرة المركزية و الشكل الهندسي للمعقد و الصفة المغناطيسية للمعقد ؟ وما قيمة (μ) $[pd(CN)_4]^{-2}$ علما ان العدد الذري لـ pd = 46

2018 / د 3 / ت

*اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) قارن بين المعقدين $[pdCl_4]^{-2}$ و $[NiCl_4]^{-2}$ من حيث نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية علما ان العدد الذري لـ pd = 46 , Ni = 28

فراغ / الصيغة التركيبية للمركب التناسقي كبريتات ثنائي كلورو بس(اثلين ثنائي امين)الكوبلت (III) هي ....

عرف / المعقد المتعادل

جدول الليكندات حسب الابجدية الانكليزية

بالبداية لا تحفظ استعن بالجدول لحل الاسئلة ....بعدين (لازم تحفظهن) في نهاية الفصل الخامس

الاسم باللغة الانكليزية	الصيغة داخل المعقد	الصيغة مع الشحنة	اسم الليكند داخل التناسق
ACETATO	CH_3COO	CH_3COO^-	خلاتو
AQUA	H_2O	H_2O	اكوا
AMMINE	$_3NH$	NH_3	امين
AZIDO	N_3	N_3^-	ازيدو
BROMO	Br	Br^-	برومو
CARBONYL	CO	CO	كاربونيل
CHLORO	Cl	Cl^-	كلورو
CYANO	CN	CN^-	سيانو
FLORO	F	F^-	فلورو
HYDRAZINIUM	N_2H_5	$NH_2NH_3^+$	هايدرازينيوم
HYDROXO	OH	OH^-	هايدروكسو
IODO	I	I^-	يودو
METHYLAM	CH_3NH_2	CH_2NH_3	مثيل امين
UREA	$(NH_2)_2CO$	$(NH_2)_2CO$	يوريا
NITRITO	NO_2	NO_2^-	نتريتو او نايترو
NITROSYL	NO	NO	نايتروسيل
PYRIDIEN	C_5H_5N	C_5H_5N	بريدين
THIOCIANATE	SCN	SCN^-	ثايوسيانو
OXALATO	C_2O_4	$^2C_2O_4^-$	اوكزالاتو
CARBONATO	CO_3	CO_3^{-2}	كاربونيتو
....DIMETHYLGLA	dmg	$HONCCH_3CH_3CNO^-$	ثنائي مثيل كلايوكسيماتو
ETHYLENE.....	en	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	اثيلين ثنائي امين
NITRATO	NO_3	NO_3^-	نتراتو
HYDRAZIN	N_2H_4	NH_2NH_2	هايدرازين

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

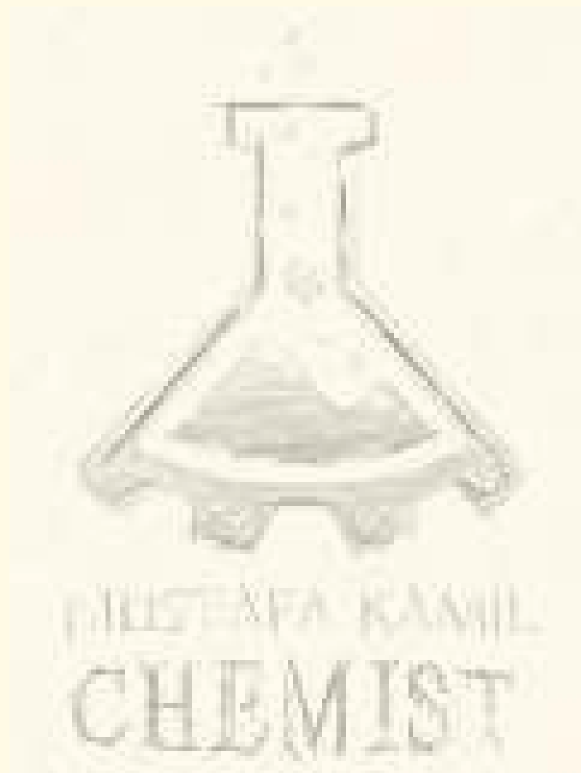
الليكندات ثنائية المخلب 6 (والبقية احادية) C_2O_4 CO_3 dmg en NO_3 NH_2NH_2

الليكندات الغير ضاغطة 7(والبقية ضاغطة) F^- Cl^- Br^- I^- OH^- H_2O $C_2O_4^{-2}$

الليكندات المعقدة 5 (والبقية بسيطة) $(NH_2)_2CO$ dmg en EDTA C_2O_4

ايونات مهمة احفظها

H^{+1}	K^{+1}	Be^{+2}	B^{+3}	
	Na^{+1}	Mg^{+2}	Al^{+3}	SO_4^{-2}
	Li^{+1}	Ca^{+2}	Ga^{+3}	O^{-2}



الفصل السادس

التعاريف

الكيمياء التحليلية Analytical chemistry

هي فرع من فروع علم الكيمياء تختص بدراسة المواد الكيميائية ومعرفة مكونات كل مادة وكمية كل مكون فيها

طرائق التحليل الوصفي(النوعي)

هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف الى معرفة هوية مكون واحد او اكثر من مكونات مادة او مزيج من المواد والاسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها بالبعض الاخر

طرائق التحليل الكمي

هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف الى ايجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج. ومثال ذلك تعيين النسبة المئوية للحديد في نموذج صخري.

طرائق التحليل الوزني

هي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي الكمي تعتمد على عزل وقياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيميائي تحوي المكون المراد تقديره بشكل نقي وكمي عن كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها

طرائق التطاير

هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني التي تعتمد على ازالة المكون المتطاير الموجود في العينة ومن ثم ايجاد كتلته بطريقة مباشرة او بطريقة غير مباشرة

طرائق الترسيب

هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تحويل المكون المراد تقديره في العينة الى مركب نقي ومستقر كيميائياً ذو صيغة كيميائية معلومة قابلة للوزن عن طريق تفاعلات الترسيب

المعامل الوزني Gravimetric Factor

هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) على شرط ان تحوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر (او جزيئات المكون) المراد تقديره.

التحليل الحجمي Volumetric Analysis

يعدُّ التحليل الحجمي من طرائق التحليل الكيميائي الكمي التي تعتمد بالأساس على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول لكاشف كيميائي(ذي تركيز معلوم بدقة)عند تفاعله كميا مع محلول المكون المراد تقديره(محلول ذو تركيز مجهول .) يدعى المحلول ذو التركيز المعلوم بدقة بالمحلول القياسي .

المحلول القياسي : وهو ذلك المحلول الذي يحوي حجماً معيناً منه على كمية محددة ومعلومة من الكاشف

التسحيح Titration

هي عملية اضافة تدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في الدورق المخروطي او بالعكس وتستمر هذه الاضافة لحين الوصول الى نقطة نهاية التفاعل، ويكون الغاية منها هي ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة.

نقطة التكافؤ Equivalent Point

هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي (او بالعكس)

نقطة نهاية التفاعل End Point

هي نقطة ينتهي (يكتمل) عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة، ويُحدد موقعها عملياً (تجريبياً) بالاعتماد على استخدام احد الدلائل المناسبة.

خطأ التسحيح

هو مقياس لمدى الاختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ (النظرية) ونقطة نهاية التفاعل المقاسة عملياً في عملية التسحيح.

الدليل Indicator

هي مادة كيميائية تُضاف عادة الى محلول التسحيح ولاتشترك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل.

تفاعل التعادل Nutralization Reaction

هو تفاعل بين حامض وقاعدة يكون ناتجه ملح وغالباً مايتضمن التفاعل ايضاً اتحاد ايونات الهيدروجين وايونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء.

تفاعل الترسيب

هو تفاعل ينتج مادة صلبة غير ذائبة (راسب)

تفاعل تأكسد واختزال Redox Reaction

هو تفاعل يحدث فيه اكسدة واختزال للمواد المتفاعلة.

الملح Salt

هو مركب مكون من ايون موجب عدا H^+ وايون سالب عدا OH^- و O^{-2}

التركيز المولاري M

المحلول ذو تركيز واحد مولاري هو ذلك المحلول الذي يحوي على مول واحد من المذاب في لتر واحد من المحلول.

$$M = \frac{m\ (g)}{M(g/mol)\ .V\ (L)}$$

$$M = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)}$$

التركيز العياري (النورمالي N)

المحلول ذو تركيز واحد عياري هو ذلك المحلول الذي يحوي على مكافئ غرامي واحد من المذاب في لتر واحد من المحلول، حيث ان **Eq** عدد المكافأت الغرامية و **EM** الكتلة المكافئة.

$$N = \frac{m\ (g)}{EM(g/eq)\ .V\ (L)}$$

$$N = \frac{Eq\ (eq)}{V\ (L)}$$

$$N = \eta\, M$$

الكتلة المكافئة EM : كتلة المادة التي تنتج اوتستهلك مولاً واحداً من المكون الفعال (الذي يشترك في التفاعل) وهي كمية غيرثابتة وقد تتغير مع تغير نوع التفاعل الكيميائي الذي تشترك فيه المادة

الكتلة المكافئة للحامض : انها كتلة الحامض التي تحوي علي مول واحد من ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال (الاشتراك) في التفاعل

الكتلة المكافئة للقاعدة : هي كتلة القاعدة التي تحوي على مول واحد من مجاميع الهيدروكسيد القابلة للإبدال في التفاعل.

الكتلة المكافئة لمادة تشترك في تفاعل الترسيب : هي تلك الكتلة من المادةالتي تحوي أو تتفاعل مع مول واحد من ايون موجب أحادي الشحنة (الذي يكافئ 1.008 g من الهيدروجين)

الكتلة المكافئة لمادة تشترك في تفاعل تكوين معقد : (الذي يكون فيه الجزءالفعال من المادة هي المزدوجات الالكترونية) فتمثل كتلة المادة التي تهب اوتكتسب مزدوج الكتروني

تعرف الكتلة المكافئة للعامل المؤكسد او العامل المختزل : على انها تلك الكتلة من الكاشف التي تتفاعل أو تحتوي على 1.008 g من الهيدروجين او 8.000 gمن الاوكسجين،

η (ايتا) : يمثل عدد مولات الجزء الفعال من المادة (الذي يشترك في التفاعل) حيث تكون قيمته ≥ 1

الاسئلة المفظية

الجدول 6–1 المجاميع الخمس من الايونات الموجبة وعواملها المرسبة والصيغ الكيميائية للرواسب الناتجة .

المجموعة		العامل المرسب للمجموعة	أيونات المجموعة	صيغة الراسب	
I		حامض HCl المخفف	Hg_2^{+2} , Ag^{+}, Pb^{+2}	AgCl، Hg_2Cl_2 ، $PbCl_2$	هاجر اجت لبيبي
II		كبريتيد الهيدروجين بوجود HCl المخفف	Hg^{+2} , Sb^{+3} , Pb^{+2} As^{+3} ,Sn^{+2} ,Cu^{+2}, Bi^{+3} ,Cd^{+2}	HgS، CuS ، Bi_2S_3، CdS، PbS، As_2S_3، Sb_2S_3، SnS	هاجر بيت ببيبي اسامة سوة كو بي للسيدي
III	A	هيدروكسيد الامونيوم مع كلوريد الامونيوم (NH_4Cl و NH_4OH)	Al^{3+}، Cr^{3+}، Fe^{3+}	$Al(OH)_3$، $Cr(OH)_3$، $Fe(OH)_3$	الكرفة
	B	كبريتيد الهيدروجين بوجود NH_4Cl و NH_4OH	Mn^{+2}, Ni^{+2} , Zn^{+2} , CO^{+2}	NiS، ZnS، CoS، MnS	منو ني زن نى زن كوري
IV		$(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4Cl و NH_4OH	Ba^{+2}, Sr^{+2}, Ca^{+2}	$CaCO_3$، $BaCO_3$، $SrCO_3$	بصرة
V		تبقى في المحلول النهائي بدون ترسيب	K^{+}, Na^{+} , NH_4^{+} , Mg^{+2}		

سؤال 6–1/ كيف يتم الفصل بين الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً ؟

ج / بالإضافة النظامية للعوامل المرسبة للمجاميع(أي حسب الترتيب) ابتداء من المجموعة الأولى (I) والى المجموعة الرابعة(IV)

1. يضاف محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف إلى مزيج الايونات أولا وبعد فصل ايونات المجموعة الأولى Pb^{2+}, Hg_2^{2+}, Ag^{+} من محلول المزيج، على شكل راسب لكلوريدات هذه العناصر بعملية الترشيح
2. يمرر غاز كبريتيد الهيدروجين على الراشح(الذي يحوي ايونات المجاميع الاخرى) لترسيب ايونات المجموعة الثانية Cd^{+2}، Bi^{3+} ، Cu^{2+}، Sn^{2+}, As^{3+}، Pb^{2}, Sb^{3+} ، Hg^{2} على شكل كبريتيدات
3. يضاف محلول لمزيج من كلوريد الامونيوم ومحلول هيدروكسيد الامونيوم إلى الراشح الناتج لترسيب وفصل ايونات المجموعة (III A) على شكل هايدروكسيدات
4. يضاف كبريتيد الهايدروجين الى المجموعة (III B) لتترسب على شكل كبريتيدات
5. يضاف كلوريد الامونيوم ثم هيدروكسيد الاكونيوم لبعل المطلول قاعدي ثم يضاف محلول كبريتات الامونيوم فتترسب ايونات المجموعة الرابعة بشكل كاربونات

علل / يصنف ايون الرصاص ضمن المجموعة الاولى والثانية

ج/ بسبب ذوبانية كلوريد الرصاص العالية حيث لا يترسب بشكل تام عند اضافة حامض الهايدروكلوريك اليه

مثال 6 – 1 / كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة و الكادميوم والحديد (III)

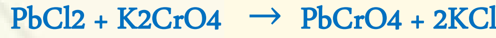
الحل / بما أن أيون الفضة Ag يصنف ضمن المجموعة الاولى وأيون الكاديميوم Cd يصنف ضمن المجموعة الثانية وأيون الحديد Fe (III) يصنف ضمن المجموعة الثالثةA ، لذلك يمكن الفصل بين هذه الآيونات حسب الاضافة النظامية للعوامل المرسبة لهذه المجاميع وكالاتي:

1. يضاف العامل المرسب للمجموعة الاولى(حامض HCl المخفف)فيتفاعل مع ايون الفضة فقط ويرسبه على هيئة AgCl بينما لا تترسب ايونات الكاديميوم والحديد (III) بل تبقى ذائبة في المطلول .وهكذا يمكن فصل راسب كلوريد الفضة عن بقية مكونات المطول بعملية الترشيح.
2. يمرر غاز كبريتيد الهيدروجين على المطول المحمض لمزيج أيوني الكاديميوم والحديد(III) فيترسب أيون الكاديميوم على هيئة كبريتيد الكاديميوم CdS ويفصل عن المطلول بالترشيح.
3. يبقى أيون الحديد (III) في المطلول لوحده بعد ترسيب أيون الفضة وأيون الكاديميوم، حيث يمكن جمعه ايضاً بترسيبه على هيئة هيدروكسيد الحديد (III) $Fe(OH)_3$وذلك باضافة مطلول هيدروكسيد الامونيوم ومطلول كلوريد الامونيوم.

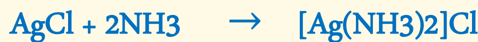
س/ كيف يتم فصل وتحليل ايونات المجموعة الأولى

الحل/ بترسيبها على هيئة كلوريدات ثم يتم الكشف عن كل ايون على وفق الأسس الاتية:

1. يذوب راسب $PbCl_2$ في الماء المغلي بينما لا يتأثر راسب AgCl وHg_2Cl_2 وبذلك، فعند إضافة الماء المغلي إلى مزيج الرواسب يتم إزالة $PbCl_2$ عنها بسبب ذوبانه وفصله بعملية الترشيح ويتم الكشف عن وجود الرصاص في الراشح بإضافة محلول كاشف كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 اليه ليكون راسبا اصفر من كرومات الرصاص $PbCrO_4$ في حال وجود الرصاص


$$PbCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4 + 2KCl$$

2. يضاف محلول الامونيا المخفف الى الراسب المتبقي AgCl و Hg_2Cl_2 بعد فصل كلوريد الرصاص، حيث يذوب كلوريد الفضة AgCl في محلول الامونيا المخفف لينتج مركب معقد ذائب هو كلوريد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2Cl$ يتم فصله بالترشيح، يمكن التأكد من وجود الفضة في الراشح الناتج من خلال اضافة محلول حامض النتريك HNO_3 المخفف ليعطي راسبا ابيض أو اضافة محلول يوديد البوتاسيوم KI ليعطي راسبا اصفر وكمايأتي:


$$AgCl + 2NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$$

كلوريد الفضة الامونياكي


$$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2HNO_3 \rightarrow AgCl + 2NH_4NO_3$$

راسب ابيض


$$[Ag(NH_3)_2]Cl + KI \rightarrow AgI + KCl + 2NH_3$$

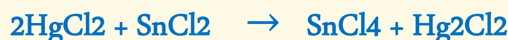
راسب اصفر

3. بينما يتفاعل كلوريد الزئبق (I) Hg_2Cl_2 مع محلول الامونيا المضاف ليتحول إلى مزيج غير ذائب ذي لون اسود دلالة على وجود الزئبق وحسب المعادلة الاتية:


$$Hg_2Cl_2 + 2NH_3 \rightarrow Hg(NH_2)Cl + Hg + NH_4Cl$$

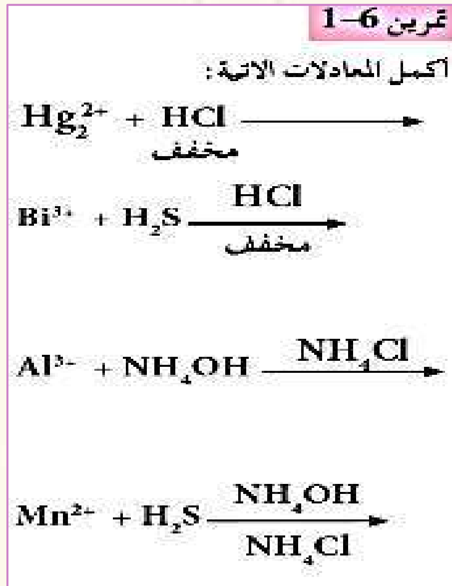
راسب ابيض راسب اسود

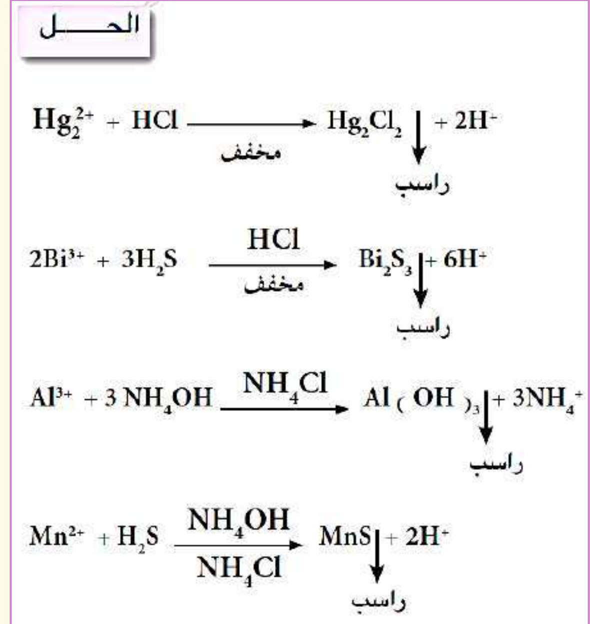
4. ثم يضاف الماء الملكي (مزيج مكون من $HNO_3 + 3HCl$) إليه لتحويله الى ملح ذائب ($HgCl_2$) ثم يمكن الكشف عن وجود الزئبق بإضافة محلول كلوريد القصدير (II) ($SnCl_2$) الذي يحول المحلول إلى راسب ابيض ثم يتحول بالتدريج إلى راسب اسود حسب المعادلتين:


$$2HgCl_2 + SnCl_2 \rightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2$$

راسب ابيض





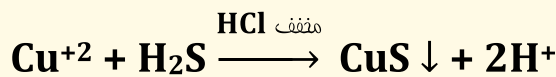


6-2 / عدد الايونات الموجبة المصنفة ضمن المجموعة الثانية مع ذكر العامل المرسب لها، ثم بين كيف يمكن فصل أيون النحاس عن أيون الحديديك عند وجودهما في نفس المحلول

الحل / تتضمن المجموعة الثانية الايونات الاتية

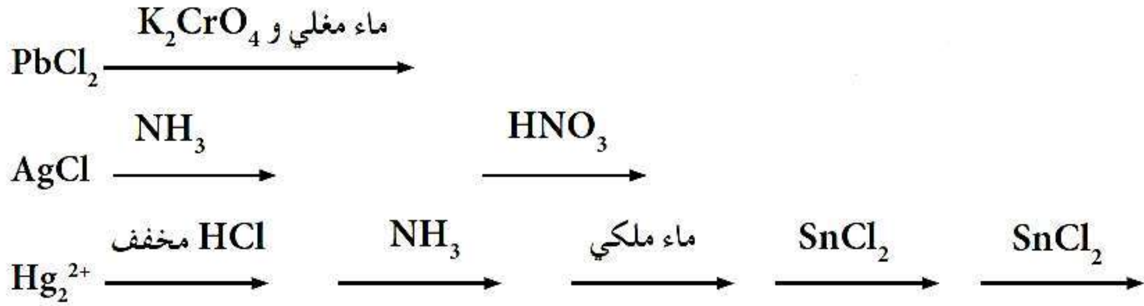
الكادميوم Cd^{+2}، البزموث Bi^{3+}، النحاس Cu^{2+}، القصدير Sn^{2+} , الزونيخ As^{3+}، الرصاص Pb^{2} الانتيمون Sb^{3+} الزئبق Hg^{+2}،

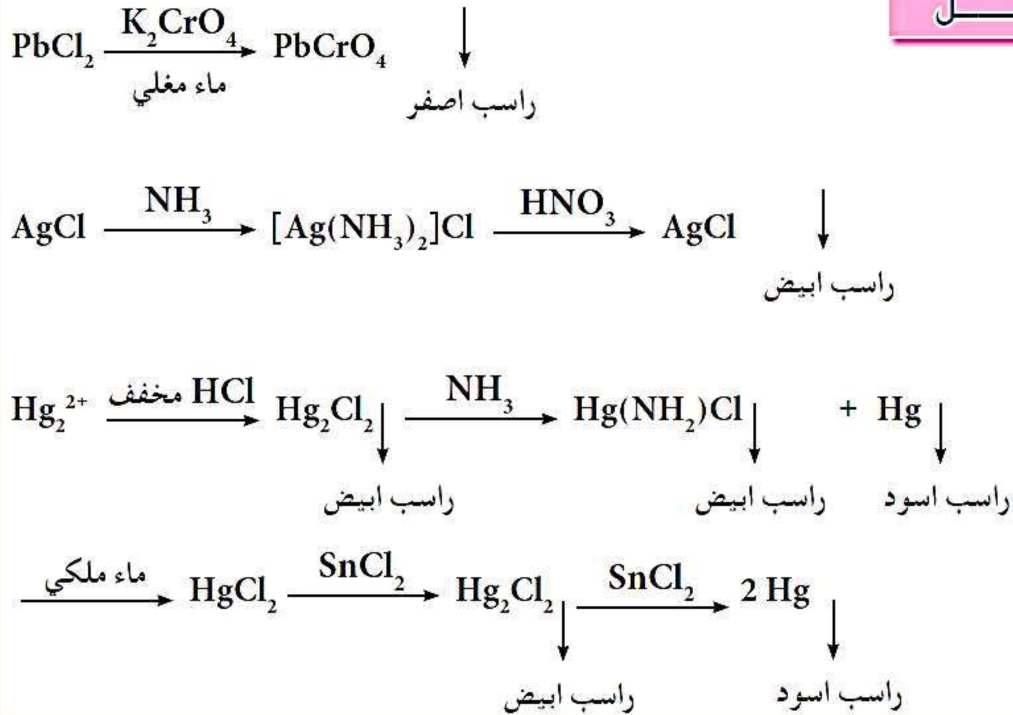
والعامل المرسب لجميع تلك الايونات هو غاز كبريتيد الهيدروجين المحمض H_2S الذي يمرر على المحلول بحامض الهيدروكلوريك المخفف لتلك الايونات حيث تترسب جميعها في هيئة كبريتيدات تلك العناصر اما فصل ايون النحاس Cu^{2+} عن ايون الحديد الثلاثي، فيتم بامرار غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S على المحلول المحمض لهذين الايونين بحامض الهيدروكلوريك HCl حيث يترسب النحاس ، على هيئة CuS بينما لا يترسب ايون Fe^{3+} (لانه من ايونات المجموعة الثالثة A) وبعد ذلك يفصل راسب كبريتيد النحاس على المحلول بعملية الترشيح كما في المعادلة :



$$Cu^{+2} + H_2S \xrightarrow{HCl \text{ مخفف}} CuS\downarrow + 2H^+$$

6-3 / إكمل التفاعلات الاتية مع ذكر صفات النواتج في كل مما ياتي:





4-6 / كيف يمكنك الفصل بين ايوني Hg_2^{+2} , Hg^{+2}

الحل / وذلك باضافة محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف حيث يتفاعل مع ايون الزئبق (I) مكوناً راسباً ابيض من كلوريد الزئبق (I) كما مبين في المعادلة الاتية :



$$Hg_2^{+2} \xrightarrow{HCl} Hg_2Cl_2 \downarrow$$

ولايتفاعل ايون الزئبق (II) الحامض ولذلك يبقى ذائباً في المحلول

ويفصل لراسب الناتج عن المحلول بطريقة الترشيح وبذلك تتحقق عملية الفصل المطلوبة

س / ما هي الكميات التي يتم قياسها في إثناء عملية التحليل؟

ج / هــي الكتلــة أو الحجــم أوالشــدة اللونيــة أو الامتصاصــية أوكميــة الكهربائيــة أو أي صــفة كيميائية أو فيزيائية متعلقة بكمية المادة.

س / ما هي الخطوات التي تسبق عملية التحليل الكمي؟

1- طريقة النمذجة ويقصد بها الحصول على النموذج بشكل صحيح،
2- اعداد النموذج للتحليل ويشمل ذلك عمليات الطحن والمجانسة والتخلص من الرطوبة.
3- قياس كمية النموذج بدقة لمعرفة كتلته او حجمه.
4- اذابة النموذج بشكل تام في مذيب مناسب للحصول على محلول يصلح لعملية التحليل الكمي.
5- طرائق تحليلية يكون الغرض منها فصل المكونات (الموجودة اصلاً في النموذج) التي قد تسبب تداخلاً (المتداخلات) في عمليات التحليل المطلوبة.

س/ما هي الطرائق التي يمكن من خلالها إنجاز خطوة عزل المادة (التي تحتوي المكون المراد تقديره) في عملية التحليل الوزني

ج/ 1.طرائق التطاير 2 .طرائق الترسيب 3 .طرائق الترسيب الكهربائي 4 .طرائق فيزيائية أخرى.

6-4-1طرائق التطاير Volatilization Methods.

تعتمد هذه الطرائق بشكل أساسي على إزالة المكون المتطاير (الذي يتحول الى حالة غازية أو بخارية) الموجودة في العينة و يمكن عمل ذلك بعدة وسائل:

أ - بوساطة عملية الحرق البسيطة(التسخين الى درجات حرارية عالية)التي تجرى مع الهواء.

ب - معاملة العينة مع كواشف كيميائية تحول جميع أجزاء العينة إلى حالة متطايرة مع ترك المكون المراد تحليله بحالة غير متطايرة وبعد ذلك اما تمتص المادة المتطايرة في وسط مناسب ويتم ايجاد كتلتها وتدعى هذه الطريقة « بطريقة التطايرالمباشرة»

س / ما هي الخطوات التي يجب أن تنجز بشكل كمي (أي أن لا تكون هناك خسارة أو زيادة ملحو ظة في كمية المكون المراد تقديره فيها) ؟

1- إذابة كتلة معلومة ومضبوطة من العينة بمذيب مناسب يتم الوزن بوساطة موازين تختلف في دقتها من واحد الى آخر.

2- ترسيب المكون المراد تقديره من محلول العينة على هيئة مركب شحيح الذوبان (راسب) وبصيغة كيميائية معلومة تدعى صيغة الراسب وذلك بمفاعلته مع كاشف كيميائي مناسب يدعى العامل المرسب.

3- فصل وعزل الراسب المتكون من محلول الترسيب ويتم ذلك عادة عن طريق الترشيح

4- غسل الراسب : بعد فصل الراسب المتكون عن محلول الترسيب والموجود على ورقة الترشيح، يغسل الراسب باضافة محلول غسيل ملائم على الراسب، للتخلص من كمية الملوثات العالقة على سطحه

س / ما هي الشروط الواجب توفرها في محاليل الغسيل المستعملة ؟

أ – أن لا تؤثر على ذوبانية الراسب بل تساعد على ذوبان الملوثات فقط.

ب – أن لا تكون مركبات متطايرة مع الراسب.

ج – أن يكون المحلول المستعمل لغسل الراسب سهل التطاير للتخلص منه لاحقا.

5- تجفيف الراسب : تعني هذه الخطوة تحويل صيغة الترسيب (الصيغة الكيميائية للراسب المتكون) إلى صيغة وزنية ملائمة وذلك إما بعملية تجفيف (عند درجات حرارة معتدلة قد تتجاوز 100 C) أو بعملية الحرق (عند درجات حرارة عالية قد تصل الى 1000 C) حيث تؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى التخلص من الرطوبة الموجودة في الراسب.

6- يتم وزن الراسب (وهو على هيئة صيغة وزنية) لايجاد كتلته بشكل دقيق .

س/ما هي أهم العوامل التي تؤدي إلى نجاح عملية التحليل الوزني والحصول على نتائج دقيقة؟(ماهي صفات الراسب الجيد)

1- يجب أن يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية (قابلية ذوبانه قليلة جداً) لأجل عدم حصول خسارة ملحوظة للمكون المراد تقديره عند جمعه بعملية الترشيح.

2- يجب أن يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة تمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل كمي ومن ثم غسله للتخلص من الملوثات الذائبة، وهذا

يتطلب أن تكون دقائق الراسب ذات حجم مناسب (ان يكون الراسب بلورياً ذا حجم دقائق كبيرة نسبيا) حيث تكون اقل عرضة للتلوث ولا تمر من خلال وسط الترشيح وان لا يتأثر حجم هذه الدقائق بعملية غسل الراسب.

3- يجب أن تكون هنالك إمكانية لتحويل الراسب إلى مادة نقية (غير ملوثة) وذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة ويمكن الوصول إلى ذلك عادةً عن طريق التجفيف أو الحرق أو عن طريق معاملة الراسب بكواشف كيميائية مناسبة.

س / على ماذا تعتمد عملية فصل الراسب عن محلول الترسيب وسهولة هذه العملية ؟

تعتمد بشكل أساسي على حجم دقائق الراسب المتكون فالراسب ذو دقائق كبيرة الحجم نسبيا يمكن أن يفصل بشكل تام وبسرعة وسهولة، بينما تكون هناك حاجة إلى استخدام أوساط ترشيح ذات مسامات صغيرة لفصل الراسب ذي دقائق صغيرة الحجم ما يؤدي إلى صعوبة وبطء في عملية الفصل. و بشكل عام أن دقائق الراسب ذات الحجم الكبير تكون اقل عرضة للتلوث من محيط الترسيب.

س / ما هي أهم الشروط المؤثرة في الحصول على راسب متبلور ؟

1- طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي

2- ذوبانية الراسب : فالرواسب ذات الذوبانية العالية نسبيا في محيط الترسيب تميل إلى تكوين رواسب بلورية والعكس صحيح.

3- درجة الحرارة : إن إجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية يؤدي إلى تكوين راسب متبلور وذلك لأنه بشكل عام يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة ذوبانية معظم الرواسب في أثناء عملية الترسيب ويعني ذلك بطء الترسيب وإتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات.

4- تركيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب : يفضل إجراء عملية الترسيب من محاليل مخففة (للمكون المراد تقديره وللعامل المرسب) مع إضافة محلول العامل المرسب ببطء وتحريك مستمر لمحلول

الترسيب. إن هذه الظروف جميعها تتيح الوقت الكافي لبناء بلورات الراسب والحصول على راسب متبلور.

س / ما هي الشروط التي يجب ان تتوفر في المحاليل القياسية ؟

1- يجب أن تكون ذات نقاوة عالية.
2- يجب أن لا تتفاعل أو تمتص مكونات الهواء الجوي (الرطوبة أو الاوكسجين أو ثنائي اوكسيد الكاربون) ولا تتأثر بالضوء.
3- يفضل أن يكون لها كتلة مكافئة عالية لتقليل الخطأ الذي قد ينتج في أثناء عملية الوزن اللازمة لتحضير المحلول.
4- يجب أن تكون قابلة للذوبان في المذيب المستعمل في عملية التحليل (غالبا ما يكون الماء المقطر).
5- يفضل أن لا تكون سامة.
6- يفضل أن تكون رخيصة الثمن ومتوفرة.

س / يشترط في التفاعلات الكيميائية بين الكواشف القياسية و المكونات المراد تقديرها في عمليات التحليل الحجمي بطريقة التسحيح ان تخضع لشروط معينة ما هي هذه الشروط؟(شروط تفاعلات التسحيح)

1- يجب أن يكون التفاعل بسيطاً ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة تمثل تفاعل المكون المراد تقديره كميا مع الكاشف القياسي.
2- أن يتجه التفاعل باتجاه واحد(تفاعل غير انعكاسي) .
3- يجب أن يحدث التفاعل من الناحية العملية بشكل أني (تفاعل سريع جدا) وفي بعض الأحيان يمكن إضافة عامل مساعد لزيادة سرعة التفاعل.
4- يجب أن تتوفر وسيلة لتعيين نقطة نهاية التفاعل من الناحية العملية، وذلك عن طريق حصول تغير ملحوظ في إحدى صفات المحلول، عند نقطة التكافؤ أو بالقرب منها، يؤدي إلى تحديد نقطة انتهاء التفاعل.

تقسيم التفاعلات الكيميائية في عمليات التسحيح إلى أربعة أقسام هي:

1. تفاعلات الحوامض والقواعد (تفاعلات التعادل):يتضمن هذا النوع تسحيح محلول لقاعدة قوية(أو المحاليل الناتجة من التحلل المائي لأملاح الحوامض الضعيفة)مقابل محلول قياسي لحامض قوي أو بالعكس أي تسحيح محلول لحامض قوي(أو المحاليل الناتجة من التحلل المائي لأملاح القواعد الضعيفة)مقابل محلول قياسي لقاعدة قوية، حيث يتحد ايون الهيدروجين مع ايون الهيدروكسيد لتكوين الماء.

2. تفاعلات التأكسد و الاختزال :يتضمن هذا النوع جميع التفاعلات التي يحدث فيها تغير للأعداد التاكسدية للمواد المشتركة فيها(تتضمن انتقال الكترونات)، ويكون فيها المحلول القياسي إما عاملاً مؤكسداً أو عاملا مختزلاً.

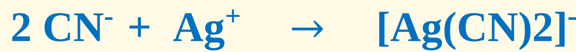
3. تفاعلات الترسيب :يتضمن هذا النوع اتحاد الايونات(عدا H^+ و OH^-) لتكوين رواسب بسيطة كما هو في تفاعل ايون الفضة مع ايون الكلوريد.



$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$$

راسب

4. تفاعلات تكوين معقد :يتضمن هذا النوع اتحاد أيونات(عدا H^+ و OH^-)لتكوين مركبات معقدة(يتضمن الاتحاد تكوين آصرة تناسقية) ذائبة في المحلول ولكنها قليلة التفكك مثل التفاعل الاتي:



$$2\,CN^- + Ag^+ \rightarrow [Ag(CN)2]^-$$

مركب معقد ذائب

سامح اعدائك ولكن اياك ان تنسى اسمائهم

6-5/اكمل الفراغات الاتية:

1- ايون Cr^{3+} يصنف ضمن الايونات الموجبة للمجموعة .... ويترسب عند اضافة .... بوجود ....

2- العامل المرسب للأيونات الموجبة في المجموعة الرابعة هو .... بوجود العوامل المساعدة
........و ......

3- محلول من ملح $Al2(SO4)3$ عيارته 0.3N فإن مولارية المحلول= .....

$N = \eta . M =$

4- محلول من مركب مولاريته 0.2 M وعياريته 1 eq/L فان قيمة ايتا للمركب = ...

5- عند حرق 5.7mg من مركب عضوي هيدروكاربوني ينتج من عملية احتراقه التام 15.675mg من غاز CO_2 . فإن النسبة المئوية للهيدروجين في المركب = ...

6-12/ اختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح:

1- قيمة η لملح كبريتات الحديد (III) $Fe2(SO4)3$ المستعمل في تفاعل ترسيب أيون الرصاص هي:

(أ . 4 eq/mol) (ب . 5 eq/mol) (ج. 6 eq/mol)

2- يمكن فصل ايون Cu^{+2} عن ايون Ca^{+2} وذلك بإضافة:

(أ)حامض HCl المخفف(ب.) إمرار غاز H2S بوجود NH4OH و NH4Cl في المحلول.

ج) إمرار غاز H2S بوجود HCl المخفف في المحلول

3- النسبة المئوية لمبيد الحشرات DDT(C14H9Cl5)في عينة غير نقية منه، تم تحليل 0.74g منها وزنيا لتعطي 0.253 g من AgCl هي:

(أ. % 17) (ب. % 19) (ج. % 21)

4- تدعى الطريقة الوزنية المعتمدة على تسخين او حرق كتلة معينة من عينة في جو من الهواء المفتوح ثم ايجاد كتلة المكون المتطاير من الفرق الحاصل في كتلة العينة ب:

أ- طريقة التطاير المباشرة.

ب- طريقة التطاير غير المباشرة.

ج- طريقة الترسيب.

5- في عمليات التحليل الوزني المعتمد على تفاعلات الترسيب:

أ- يفضل ان يتم الحصول على راسب بشكل عالق غروي.

ب- يفضل ان يتم الحصول على راسب متبلور.

ج- لا يهم نوع الراسب الذي يتم الحصول عليه.

6- تمثل النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره إلى الكتلة المولية للصيغة الوزنية على شرط أن تحتوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر (أو جزيئات المكون) المراد تقديره:

أ- صيغة الترسيب. ب – الصيغة الوزنية. ج – بالمعامل الوزني.

7- تعرف كتلة المادة التي تنتج او تستهلك مول واحد من المكون الفعال ب:

أ- الكتلة المكافئة. ب – الكتلة المولية. ج – الكتلة القياسية .

8- عيارية المطلول الناتج من اذابة 13 g من العامل المؤكسد $K_2Cr_2O_7$ في 500 mL من الماء النقي هي:

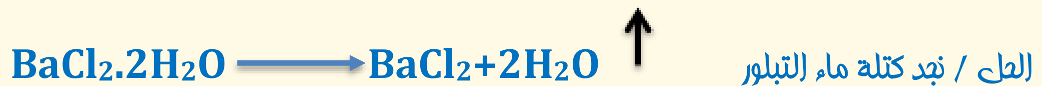
أ. 0.53 mole/L) ب(. 0.53 eq/L) ج(3.18 eq/L)

المسائل الرياضية

مثال 6-2/ تم تحليل عينة كتلتها 1.451g من ملح كلوريدالباريوم المائي النقي $(BaCl_2.2H_2O)$ لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور فيها و ذلك باتباع طريقة التطاير غير المباشر . تم تسخين العينة لمدة كافية عند درجة حرارة $125C^o$. و بعد التبريد في محيط جاف . وجد ان الجزء غير المتطاير كانت تساوي 1.236g. احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة ؟

الحل / نجد كتلة ماء التبلور

$$BaCl_2.2H_2O \longrightarrow BaCl_2+2H_2O \uparrow$$



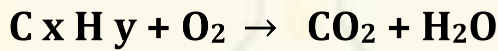
$$m_{H_2O} = m_{BaCl_2.H_2O} - m_{BaCl_2} = 1.451 - 1.236 = 0.215g$$

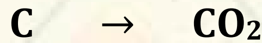
نجد النسبة المئوية لماء التبلور

$$\%H_2O = \frac{m\ H2O}{m\ BaCl2.2H2O} \times 100\%$$

$$\%H2O = \frac{0.215\ g}{1.451\ g} \times 100\% = \%14.81$$

مثال3–6 / تم تحليل مركب عضوي بحرق mg 15.24 منه بوجود الاوكسجين و امتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب . وجد ان كتلة CO_2 تساوي 22.36 mg احسب النسبة المئوية لعنصر الكربون في المركب العضوي ؟ علماً: M_{CO_2}=44 g/mol, M_C=12 g/mol





M= 12 M= 44

m m= 22.36 mg

$$m_C = \frac{12 \times 22.36mg}{44} = 6 \text{ mg}$$

$$\%C = \frac{m_C}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{6}{15.24} \times 100 = 40\%$$

تمرين6–2/ تم تحليل سبيكة النيكروم وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق 1.4g منها بوجود الاوكسجين و قد وجد ان كتلة غازCO_2 المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق = 2.2mg احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في السبيكة . علماً : M_{CO_2}=44 g/mol, M_C=12 g/mol

SOL; 1) $\frac{2.2mg}{1000}$ = 0.0022 g



M=12 M=44

m_C 0.0022 g

$m_C \times 44 = 12 \times 0.0022$

2)

$$m_C = \frac{0.00264}{44}$$

$$m_C = 6 \times 10^{-4}g$$

$$\%C = \frac{m_C}{m_{\text{العينة}}} \times 100$$

$$\%C = \frac{0.0006}{1.4} \times 100 = \frac{0.06}{1.4}$$

$$\%C = 0.043\%$$

سؤال 6-7 / عند حرق 5.7g من مركب عضوي نتج 14.4g من غاز CO_2 و 2.5g من بخار الماء احسب النسبة المئوية للكاربون و الهيدروجين في المركب

العضـــوي (ثـــم بـــين هـــل هنـــاك عصـــر اخـــر فـــي المركـــب و مـــا نســـبته). علمـــاً ان :
$M_{H_2O}=18g/mol$, $M_C=12g/mol$ $M_{CO_2}=44g/mol$؟

الحل /



$$C \rightarrow CO_2$$

M	$12_{g/mol}$	$44_{g/mol}$
m	m_C	14.4

تسمى هذه الطريقة
بطريقة التطاير المباشر

$$m_C = \frac{12\times14.4}{44} = 3.93\ g$$

$$\%C = \frac{m_C}{m_{\text{العينة}}}\times100 = \frac{3.93}{5.7}\times100$$

$$\%C = \%68.9$$

$$H_2 \rightarrow H_2O$$

M	2	18
m	m_{H2}	2.5

$$m_{H2} = \frac{2\ x\ 2.5}{18} = 0.277$$

$$\%H_2 = \frac{mH2}{m_{\text{العينة}}}\ x\ 100 = \frac{0.277}{5.7}\ x\ 100 = \%\ 4.8$$

مجموع اللنسبة المؤية للكاربون والهايدروجين هو 4.8 و 68.9 ويساوي 73.7 اذن يوجد عنصر ثالث لان المجموع ليس 100 % ونسبته تساوي

$$\%\ \text{للعنصر الثالث} = 73.7 - 100 = \%\ 26.3$$

تمـــرين 6-4/ احســـب المعامـــل الـــوزني للحديـــد فـــي Fe_2O_3 علمـــاً :
$M_{Fe}=56g/mol, M_{Fe_2O_3}=160\ g/mol$ ؟

الحل /

$$Gf_{Fe} = \frac{a\times M_{Fe}}{b\times M_{Fe_2O_3}} = \frac{2\times56}{1\times160} = \frac{112}{160} = 0.7$$

مثال 6–4/احسب المعامل الوزني للكلور(مكون يراد تقديره) $(M = 35.5\ g/mol)$ في راسب كلوريد الفضة (AgCl صيغة وزنية) $(M = 143.5\ g/mol)$

الحل /

$$Gf_{Cl} = \frac{a \times Mcl}{b \times MAgcl} = \frac{35.5}{143.5} = 0.25$$

مثال 6–5/تم ترسيب 3.164g من اوكزالات الكالسيوم ،ثم تم احراقها بشكل تام، ما كتلة اوكسيدالكالسيوم الناتجة عن عملية احتراقها $M_{CaO} = 56\ g/mole$ $M_{CaC_2O_4} = 128$

$$Gf_{Cl} = \frac{a \times MCaO}{b \times MCaC2O4} = \frac{56}{128} = 0.4375$$

$$m_{CaO} = Gf_{CaO} \times mCaC_2O_4 = 0.4375 \times 3.164 = 1.384\ g$$

تمرين 6–5/تمت معاملة 120mg من مركب عضوي مع حامض النتريك . ثم اضيف الى محلول النموذج الناتج كمية من نترات الفضة لترسب محتوى الكلور كمياً على هيئة كلوريد الفضة Agcl احسب النسبة المئوية للكلور $Cl(M=35.5)$ في المركب . علماً ان كتلة AgCl المترسبة (الصيغة الوزنية) تساوي 153 mg $(M_{AgCl}=143.5)$.

الحل /

$$Gf_{Cl} = \frac{a \times M(cl)}{b \times M(Agcl)} = \frac{35.5}{143.5} = 0.247$$

$$m_{Cl} = Gf_{(Cl)} \times m_{(AgCl)} = 0.247 \times 153 = 37.79$$

$$\%Cl = \frac{m\ Cl}{m_{العينة}} \times 100 = \frac{37.79\ mg}{120mg} \times 100 = 31.5\%$$

تمرين 6 –6 / تم ترسيب محتوى الألمنيوم في عينة كتلتها 0.764 g بعد إذابتها على هيئة $Al_2O_3.xH_2O$ باستعمال زيادة من محلول الامونيا المائي NH_4OH. وبعد فصل الراسب المتكون وغسله، ثم تجفيفه ليتحول إلى Al_2O_3 .

1- عين صيغة الترسيب والصيغة الوزنية في عملية التحليل تلك.

2- هل يمكن استعمال صيغة الترسيب كصيغة وزنية؟

3- احسب النسبة المئوية لـ Al_2O_3 $(M= 102\ g/mole)$ في العينة إذا علمت أن الكتلة النهائية للصيغة الوزنية التي تم الحصول عليها كان مساوياً 0.127 g.

4- . احسب النسبة المئوية للالمنيوم (M= 27 g/mole) في العينة.

الحـــل

1. صيغة الترسيب هي ($Al_2O_3.xH_2O$)، اما الصيغة الوزنية فهي (Al_2O_3).

2. لا يمكن الاعتماد على صيغة الترسيب ($Al_2O_3.xH_2O$) كصيغة وزنية لإيجاد كمية المكون المراد تقديره (Al_2O_3 او Al) في تلك الحالة وذلك لانها صيغة مجهولة التركيب الكيميائي الدقيق حيث ان عدد جزيئات ماء التبلور فيها غير معلومة على وجه الدقة وبالآتي لايمكن تحويل كتلتها إلى كتلة (Al_2O_3) او كتلة (Al) المطلوبتين.

3. لحساب النسبة المئوية لـ (Al_2O_3) في العينة تطبق العلاقة الاتية:

$$\% Al_2O_3 = \frac{m_{Al_2O_3}(g)}{m_{العينة}(g)} \times 100\,\%$$

$$\% Al_2O_3 = \frac{0.127\,(g)}{0.764\,(g)} \times 100\,\% = 16.62\%$$

4. لحساب النسبة المئوية للالمنيوم في العينة.

يحسب المعامل الوزني للالمنيوم في اوكسيد الالمنيوم اولا.

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Al}(g/mol)}{M_{Al_2O_3}(g/mol)}$$

$$= \frac{2}{1} \times \frac{27\,(g/mol)}{102\,(g/mol)} = 0.5294$$

ثم تطبق العلاقة الاتية لحساب النسبة المئوية للالمنيوم في العينة.

$$\% Al = \frac{G_f \times m_{Al_2O_3}(g)}{m_{العينة}(g)} \times 100\%$$

$$\% Al = \frac{0.5294 \times 0.127\,(g)}{0.764\,(g)} \times 100\% = 8.8\ \%$$

النجاح سلم لا تستطيع ان ترتقيه ويداك في جيبك

حساب الكتلة المكافئة

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

للحامض

$$EM = \frac{M_a}{\text{عدد ذرات الهيدروجين المتأينة } (H^+)}$$

للقاعدة

$$EM = \frac{M_b}{\text{عدد مجاميع الهيدروكسيد المتأينة } (OH^-)}$$

للملح

$$EM = \frac{M}{\text{عدد مولات H من الحامض او OH من القاعدة}}$$

η

مثلا:



$$\eta = 2$$

تفاعل ترسيب

$$EM = \frac{M}{\text{عدد الايونات الموجبة} \times \text{تكافؤها}}$$

تكوين معقد

$$EM = \frac{M}{\text{عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة او المكتسبة}}$$

$$\text{الكتلة المكافئة للعامل المؤكسد} = \frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

$$\text{الكتلة المكافئة للعامل المختزل} = \frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}}$$

مثال 6– 6 / احسب الكتلة المكافئة لكل من المواد المشتركة في التفاعلات الاتية:

1. $Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2K^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)}$

2. $H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$

3. $5Fe^{2+}{}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H_3O^+{}_{(aq)} \rightleftharpoons 5Fe^{3+}{}_{(aq)} + Mn^{2+}{}_{(aq)} + 12H_2O_{(l)}$

4. $AgNO_{3(aq)} + 2KCN_{(aq)} \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^-{}_{(aq)} + 2K^+{}_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$

الكتل الذرية : pb = 207 , N = 14 , O = 16 , K = 39 , I = 127 , H = 1 , S = 32 , Na = 23 , Fe = 56 , Mn = 55 , Ag = 108 ,

الحــل :

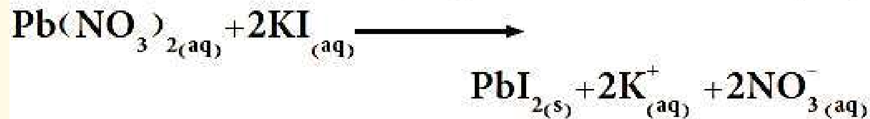
1. لحساب الكتلة المكافئة للمادة يجب معرفة كتلتها المولية و قيمة η بالاعتماد على نوع التفاعل الذي تشترك فيه .

$$EM_{Pb(NO_3)_2} = \frac{M_{Pb(NO_3)_2}}{\eta}$$

تحسب الكتلة المولية لـ $Pb(NO_3)_2$ وذلك بجمع الكتل الذرية للذرات المكونة له .

$$M\ [Pb(NO_3)_2] = 1\times207 + [2\times1\times14] + [2\times3\times16]$$
$$= 331\ g/mol$$

ثم يتم تحديد قيمة η حسب التفاعل الذي تمثله المعادلة الكيميائية الموزونة



$$Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(s)} + 2K^+_{(aq)} + 2NO^-_{3(aq)}$$

تبين المعادلة ان $Pb(NO_3)_2$ قد اشترك بتفاعل ترسيب بسبب تكون ملح PbI_2 شحيح الذوبان لذلك فان قيمة η تحسب كالاتي :

η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 2 \times 1 = 2\ eq/mol$

$$EM_{Pb(NO_3)_2} = \frac{M_{Pb(NO_3)_2}}{\eta} = \frac{331\ (g/mol)}{2\ (eq/mol)} = 165.5\ g/eq$$

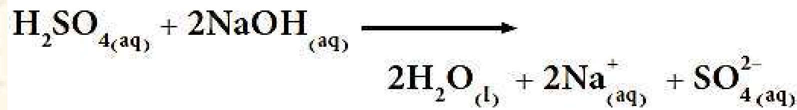
وبنفس الطريقة تحسب الكتلة المكافئة للملح KI

$M(KI) = 1 \times 39 + 1 \times 127 = 166\ g/mol$

η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 1 = 1\ eq/mol$

$$EM_{KI} = \frac{M_{KI}}{\eta} = \frac{166(g/mol)}{1(eq/mol)} = 166\ g/eq$$

2. التفاعل الاتي هو من نوع حامض – قاعدة :



$$H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

الكتلة المكافئة لحامض الكبريتيك

$M(H_2SO_4) = 2 \times 1 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 98\ g/mol$

η = عدد ذرات الهيدروجين المتاينة $= 2\ eq/mol$

$$EM_{H_2SO_4} = \frac{M_{H_2SO_4}}{\eta} = \frac{98\ (g/mol)}{2\ (eq/mol)} = 49\ g/eq$$

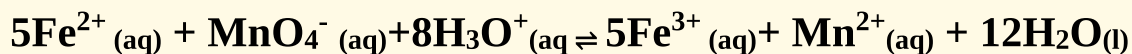
الكتلة المكافئة لهيدروكسيد الصوديوم

$M(NaOH) = 1 \times 23 + 1 \times 16 + 1 \times 1 = 40\ g/mol$

η = عدد مجاميع الهيدروكسيد المتاينة $= 1\ eq/mol$

$$EM_{NaOH} = \frac{M_{NaOH}}{\eta} = \frac{40(g/mol)}{1\ (eq/mol)} = 40\ g/eq$$

3. التفاعل الاتي هو من نوع تأكسد واختزال :



$$5Fe^{2+}{}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H_3O^+{}_{(aq)} \rightleftharpoons 5Fe^{3+}{}_{(aq)} + Mn^{2+}{}_{(aq)} + 12H_2O_{(l)}$$

η = عدد الالكترونات المفقودة = 1 eq / mol

عدد الالكترونات المفقودة تحسب من الفرق بين الاعداد التأكسدية لـ Fe^{2+} و Fe^{3+}

$$EM_{Fe} = \frac{M_{Fe}}{\eta} = \frac{56 (g / \cancel{mol})}{1 (eq / \cancel{mol})} = 56 \ g / eq$$

الكتلة المكافئة لايون MnO_4^- (يسلك هذا الايون سلوك عامل مؤكسد في هذا التفاعل)

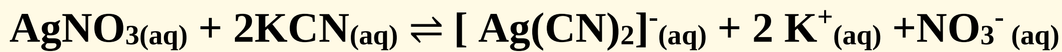
$$M (MnO_4) = 1 \times 55 + 4 \times 16 = 119 \ g / mol$$

η = عدد الالكترونات المكتسبة = 5 eq / mol

عدد الالكترونات المكتسبة تحسب من الفرق بين الاعداد التأكسدية لـ MnO_4^- و Mn^{2+}

$$EM_{MnO4} = \frac{M_{MnO4}}{\eta} = \frac{119 (g / \cancel{mol})}{5 (eq / \cancel{mol})} = 23.8 \ g / eq$$

4 . التفاعل الاتي هو من نوع تكوين معقد :



$$AgNO_{3(aq)} + 2KCN_{(aq)} \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^-_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$$

الكتلة المكافئة لنترات الفضة $AgNO_3$

$$M (AgNO_3) = 1 \times 108 + 1 \times 14 + 3 \times 16 = 170 \ g / mol$$

η = عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة = 2 eq / mol

$$EM_{AgNO_3} = \frac{M_{AgNO_3}}{\eta} = \frac{170 (g / \cancel{mol})}{2 (eq / \cancel{mol})} = 85 \ g / eq$$

الكتلة المكافئة لسيانيد البوتاسيوم KCN

$$M (KCN) = 1 \times 39 + 1 \times 12 + 1 \times 14 = 65 \ g / mol$$

η = عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة = 1 × 1 = 1 eq / mol

$$EM_{KCN} = \frac{M_{KCN}}{\eta} = \frac{65 (g / \cancel{mol})}{1 (eq / \cancel{mol})} = 65 \ g / eq$$

الكتل الذرية : Ag = 108 ,N = 14 , O = 16, Ba = 137 , Cl = 35.5 , S = 32 , Fe = 56 , C = 12 , I = 127 , Na = 23

تمرين 6-7 :

احسب قيم M و η والكتل المكافئه EM للمواد المبينة في ادناه.

ا- $AgNO_3$ بتفاعل الترسيب الاتي:



$$Ag^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgBr_{(s)}$$

ب- $BaCl_2$ بتفاعل الترسيب الاتي:



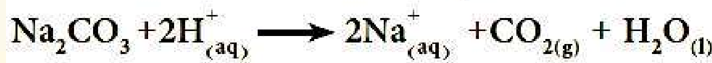
$$Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)} \longrightarrow BaSO_{4(s)}$$

جـ- $Fe_2(SO_4)_3$ بتفاعل الترسيب الاتي:



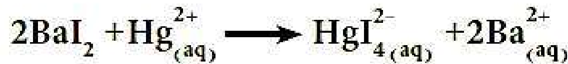
$$Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3Pb^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 3PbSO_{4(s)} + 2Fe^{3+}_{(aq)}$$

د- Na_2CO_3 بتفاعل تعادل (حامض + قاعدة) الاتي:



$$Na_2CO_3 + 2H^{+}_{(aq)} \longrightarrow 2Na^{+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

هـ- BaI_2 بتفاعل تكوين معقد الاتي:



$$2BaI_2 + Hg^{2+}_{(aq)} \longrightarrow HgI^{2-}_{4\,(aq)} + 2Ba^{2+}_{(aq)}$$

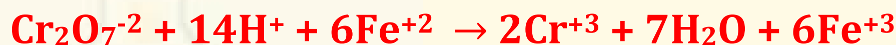
و- $Na_2S_2O_3$ بتفاعل تاكسد واختزال الاتي:



$$2S_2O^{2-}_{3\,(aq)} \longrightarrow S_4O^{2-}_{6\,(aq)}$$

SOL;

تمـــرين6-8 / مــا الكتلـــة اللازمـــة مـــن ثنـــائي كرومـــات البوتاســـيوم $K_2Cr_2O_7$ ($M = 294 \ g/mol$) لتضـــير محلـــول حجمـــه 2L و بتركيـــز 0.12N مـــن هـــذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد للتفاعل:



$$Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ + 6Fe^{+2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O + 6Fe^{+3}$$

SOL;



الاختزال : $Cr_2O_7^{-2} \rightarrow 2Cr^{+3}$

$2Cr-14 = -2$

$2Cr = 14 - 2 = 12$

$Cr = +6 \quad\quad +3 \quad\quad 3 =$ الالكترونات المكتسبة للذرة الواحدة

$\therefore E_M = \frac{M}{\eta} = \frac{294}{3\times2} = \quad\quad Cr_2O_7$

$= 49 \ g/eq$

$m = N \times E_M \times V_L = 0.12\times49\times2 = 11.76 \ g$

مثال 6–7/عند استعمال حامض الكبريتيك في تفاعلات التعادل تكون قيمة $\eta = 2 \ eq/mol$. احسب عيارية محلول هذا الحامض تركيزه $0.23mol/L$

SOL;

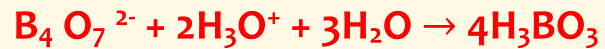
$N = \eta \times M = 2 \times 0.23 = 0.46 \ N$

تمـــرين 6-9 / مـــا هـــي الكتلـــة اللازمـــة مـــن هايدروكســـيد الصـــوديوم لتضـــير 500 ml من محلول تركيزه 0.2 M

تمرين 6 -10/ احسب كتلة المذاب الموجود في كل من المحاليل الاتية:

1. 350mL من 0.125 M نترات الفضة ($M= 170 \ g/mol$) .

2. 250mL من 0.1N محلول $Na_2B_4O_7.10H_2O$ البوراكس (M= 381 g/mol) ويستعمل حسب التفاعل الاتي:

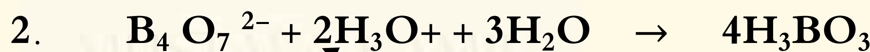


SOL;

1.

M (AgNO3)=(1x108)+(1x14)+(3x16)= 170 g/mol

m = M . M . V =0.125 x 170 x 0.35=7.44 g



$\eta =$ (عدد مولات الحامض) $= 2$ eq/mol

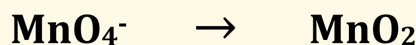
$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{381}{2} = 190.5 \text{ g/eq}$$

m = N . EM . M = 0.1 x 190.5 x 0.25 = 4.76 g

تمرين 6-11/ 2014 الدور الاول / تستعمل برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في تفاعلات التأكسد والاختزال فأذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج MnO_2 ما قيمة η لبرمنكنات البوتاسيوم و كم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه يساوي 0.05M

SOL;

نحسب قيمة η من عدد الالكترونات التي يكسبها جزيء واحد من برمنكنات البوتاسيوم كونها تسلك سلوك عامل مؤكسد .



Mn + -2×4 = -1 Mn+-2×2= 0

Mn= +7 Mn = +4



η=عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة= 3 eq/mol

N = η × M =. 3 × 0.05 = 0.15 eq/L

حسابات التحليل الحجمي

اسئلة التسحيح للتركيز النورمالي نبدأ حلها بهذه القوانين

كمية المادة القياسية = كمية المجهول

mEq المادة القياسية = mEq المجهول

$N \cdot V = N \cdot V$

$\frac{m\ g}{EM\ g/eq} = N \cdot V$

عندما نحتاج كتلة او كتلة مكافئة نستخدم القانون التالي في طرف المجهول

$\frac{m\ g}{EM\ g/eq} = N \cdot V$

اسئلة التسحيح للتركيز المولاري نبدأ حلها بهذه القوانين

كمية المادة القياسية = كمية المجهول

mEq المادة القياسية = mEq المجهول

$N \cdot V = N \cdot V$

$N = \eta \cdot M$

$\eta \cdot M \cdot V = \eta \cdot M \cdot V$

$\eta \cdot \frac{m\ g}{M\ g/mol} = \eta \cdot M \cdot V$

عندما نحتاج كتلة او كتلة مولية نستخدم القانون التالي في طرف المجهول

$\frac{m\ g}{M\ g/eq} = M \cdot V$

مثال 6-8 / في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ (M=90g/mol) مع محلول NaOH تطلب تسحيح 0.1743g من عينة غير نقية من الحامض اضافة 39.82ml من 0.09M من محلول القاعدة NaOH للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة؟

كمية (NaOH) =كمية ($H_2C_2O_4$)

$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$

$\eta \times M_1 \times V_1 = \eta \times M_2 \times V_2$

$2 \times \frac{m}{M} = 1 \times 0.09 \times \frac{39.82}{1000}$

$2m = 0.09 \times 0.03982 \times M$

$2m = 0.09 \times 0.03982 \times 90$

$2m = 0.32$

$m = 0.16\ g$

$\%H_2C_2O_4 = \frac{m}{m_{العينة}} \times 100$

$\%H_2C_2O_4 = \frac{0.16}{0.1743} \times 100$

$\%H_2C_2O_4 = \%91.8$

تمرين 6–12/ تم تقديرمحتوى النيكل في عينة بعملية تسحيح تعتمد على التفاعل الاتي : $Ni^{+2}+4CN^{-} \rightarrow [Ni(CN)_4]^{-2}$ فاذا علمت ان 160mg من العينة قد استهلك في تسحيح 38.3 ml من محلول KCN القياسي بتركيز 0.137N للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب النسبة المئوية لاوكسيد النيكل Ni_2O_3 (M=165g/mol) في العينة ؟

SOL; عند نقطة نهاية التفاعل : كمية KCN المظاف من السحاحة = كمية Ni^{+2}

$\eta = 4\times 2 = 8\ eq/mol$

$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{165\ g/eq}{8\ eq/mol} = 20.7$

عندما نحتاج الى وزن مادة في عملية التسحيح نستخدم العلاقة $\frac{m}{EM}$

$Eq\ Ni_2O_3 = Eq\ KCN$

$\frac{m}{EM} = N_{KCN} \times V_L$

$\frac{m}{20.7} = 0.137 \times \frac{38.3}{1000}$

$m = 20.7\times0.137\times0.0383$

$m = 0.108\ g$

$\therefore \%Ni_2O_3 = \frac{m}{m_{\text{العينة}}} \times 100 = \frac{0.108g}{0.16g} \times 100 = 67.5\%$



تمرين 6–13/ تمت معايرة 0.958g من عينة تحتوي حامض الخليك (M=60 g/mol) بالتسحيح مع محلول NaOH القياسي بتركيز 0.225N فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة NaOH المضاف الى السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التكافؤ بلغ 33.6ml احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة ؟

SOL; $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

$Eq_{(CH_3COOH)} = Eq_{(NaOH)}$

$\frac{m}{Em} = N \times V_L$

$\frac{m}{60} = 0.225 \times \frac{33.6}{1000}$

$m = 60\times0.225\times0.0336\times= 0.4536g$

$\%CH_3COOH = \frac{m}{m_{\text{العينة}}} \times 100 = \frac{0.4536}{0.958} \times 100 = 47.34\%$

سؤال / 6-20 / 2014 / د3 / اذيب 2.5g من كاربونات فلزثنائي التكافؤ نقيه MCO_3 (حيثM تمثل الفلز) في 100mL من محلول حامض تركيزه 0.6 N و بعد انتهاء التفاعل من المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة 50mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.2N لمعادلته .احسب الكتلة المولية للفلز؟علماً ان الكتل الذرية O = 16 , C = 12 ؟

كمية الحامض = كمية كاربونات الفلز+ كمية هيدروكسيد الصوديوم

$$Eq_{(NaOH)}+Eq_{(MCO_3)} = Eq_{(Acid)}$$

$$(N_{NaOH} \times V_{NaOH})+ \frac{m_{(MCO3)}}{EM_{(MCO3)}} = N_{acid} \times V_{acid}$$

$$0.2 \times \frac{50}{1000} + \frac{2.5}{EM_{(MCO3)}} = 6.0 \times 100mL \times \frac{1L}{1000}$$

$$0.2 \times 0.05 + \frac{2.5}{EM_{(MCO3)}} = 6.0 \times 0.1$$

$$0.01 + \frac{2.5}{EM_{(MCO3)}} = 0.06$$

$$\frac{2.5}{EM_{(MCO3)}} = 0.06 - 0.01$$

$$\frac{2.5}{EM_{(MCO3)}} = 0.05$$

$$EM_{(MCO3)} = \frac{2.5}{0.05} = 50 \ g/eq$$

بما ان الفلز ثنائي التكافؤ فأنه سيتفاعل مع 2mol من الحامض

اذن $\eta = 2$

$$EM_{(MCO3)} = \frac{M}{\eta}$$

$$50 = \frac{M}{2}$$

$$M_{MCO_3} = 100 g/mol$$

$$M_{MCO_3} = M_{فلز} + M_C + (3 \times M_O)$$

$$100 = M_{فلز} + 12 + (3 \times 16)$$

$$M_{فلز} = 100 - 60 = 40 \ g/mol$$

6-6 / كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم KIO_3 (M = 214 g/mol) اللازمة لترسيب 1.67 g من يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ (M = 557)

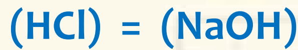
Sol;

$$G_f = \frac{a \times M\ (KIO3)}{b \times M\ Pb(IO3)2} = \frac{2 \times 214}{557} = 0.768$$

$$m_{KIO_3} = m_{Pb(IO_3)_2} \cdot G_f = 1.67 \times 0.768 = 1.283 \ g$$

8-6 / ما هي مولارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟ إذا علمت أن 36.7 mL من محلول هذا الحامض تكافئ 43.2 mL من محلول 0.236 M هيدروكسيد الصودوم ؟

SOL;

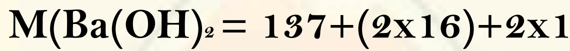

(HCl) = (NaOH)

M . V = M . V

$M \times 36.7 = 0.236 \times 43.2 \Longrightarrow M = \frac{0.236 \times 43.2}{36.7} = 0.278 mol/L$

9-6 / ما هي مولارية و عيارية محلول هيدروكسيد الباريوم المضر بإزابة 9.5 g من هذه المادة في 2 L من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض - قاعدة

SOL;


$M(Ba(OH)_2 = 137+(2x16)+2x1$

$M=171\ g/mol$

$M = \frac{m}{M.V} = \frac{9.5}{171 \times 2} = 0.027\ mol/L$

$N = \eta . M = 2 \times 0.027 = 0.054\ eq/L$

10-6 / ما تركيز محلول كلوريد الصوديوم الناتج من:

أ- مزج 10ml من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 10ml من الماء المقطر؟

ب- مزج 10ml من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 20ml من من محلول 0.3M كلوريد الصوديوم؟

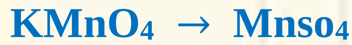
ج : أ. 0.075 M   ب. 0.25M

11-6 / ما حجم محلول برمنكنات البوتاسيوم الذي تركيزه 0.2 M اللازم لتسحيح (تفاعل تأكسد و اختزال) 40mL من محلول 0.1 M كبريتات الحديد (II) في محيط حامضي ؟ معادلة تفاعل التسحيح هي :


$10FeSO_4+2KMnO_4+8H_2SO_4 \longrightarrow$


$5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

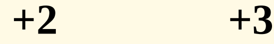
SOL;


$KMnO_4 \rightarrow MnSO_4$


+7   +2

$\eta = 5$


$FeSO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3$


+2   +3

$\eta = 1$

$$Eq(KMnO_4) = Eq(FeSO_4)$$

$$N \cdot V = N \cdot V$$

$$\eta \cdot M \cdot V = \eta \cdot M \cdot V$$

$$5 \times 0.2 \times V = 1 \times 0.1 \times 40$$

$$V = \frac{1 \times 0.1 \times 40}{5 \times 0.2} = 4 \text{ ml}$$

13– 6 / احسب المعامل الوزني $Na_5P_3O_{10}$ (M=368 g/mol) في $Mg_2P_2O_7$ (M=222 g/mol)

SOL;

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Na_5P_3O_{10}}{M\ Mg_2P_2O_7} = \frac{2}{3} \times \frac{368}{222} = 1.105$$

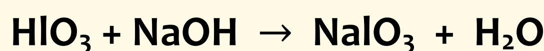
14-6 /2013 تمهيدي / تمت معايرة 50ml من محلول حامض HIO_3(M=176g/mol) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.145N وان الحجم المضاف من محلول القاعدة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 45.8mL .احسب

أ– التركيز العياري لحامض HIO_3 ؟

ب– ماهي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله في تقدير الحديد حسب التفاعل الاتي :


$HIO_3 + 4FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \rightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2O$

SOL:


$HIO_3 + NaOH \rightarrow NaIO_3 + H_2O$

ان ســـاعة واحدة

حافلة بالامجاد.....

تســـاوي عصراً برمته خالياً من المجد......

mEq (HIO3) = mEq (NaOH)

N . V (HIO3) = N . V (NaOH)

$$N \times \frac{50}{1000} = 0.145 \times \frac{45.8}{1000}$$

$$N = \frac{0.145 \times 45.8 \times 1000}{50 \times 1000}$$

N = 0.1328 N

ب – ان النسبة بين بين النورمالية وايتا ثابتة لنفس المادة حتى لو تغير التفاعل أي ان ايتا للحامض

في التفاعل الاول = 1 لانه تفاعل تعادل

وايتا للتفاعل الثاني = 4 لانه تفاعل تاكسد واختزال وكما يلي

$$\frac{N1}{\eta 1} = \frac{N2}{\eta 2}$$

$$\frac{0.1328}{1} = \frac{N2}{4}$$

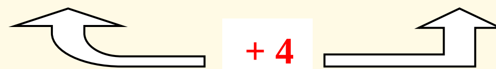
$$N2 = 4 \times 0.1328$$

$$N2 = 0.5312\ N$$

HIO3   ICl_2^-

+1 + I – 6 = 0 I – 2 = -1

I = +5 I = +1

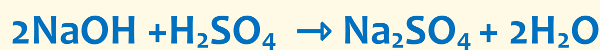


+ 4

15-6 /2015 الدور الثالث / لمعايرة محلول NaOH و إيجاد تركيزه بشكل مضبوط تم تسحيح 30mL منه مع محلول حامض الكبريتيك ذو التركيز 0.06M و كان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل هو 45mL احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم ثم جد عدد غرامات NaOH المذابة في 200mL من هذا المحلول ؟

SOL;

$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$



كمية$(NaOH)$ = كمية(H_2SO_4)

$\eta . M \times V(NaOH) = \eta . M \times V(H_2SO_4)$

$M(NaOH) \times 30 = 2 \times 0.06 \times 45$

$$M(NaOH) = \frac{0.06 \times 45 \times 2}{30}$$

M = 0.18 M

M(NaOH) =23×1+16×1+1×1

M(NaOH) = 40 g/mol

$M = \frac{m}{M.V}$

$m = M . M . V = 0.18 \times 40 \times \frac{200}{1000} \Rightarrow m = 1.44\ g$

16-6/تم تحليل أحد هاليدات الباريوم ($BaX_2.2H_2O$ حيث ان X تعني هالوجين)بطريقة وزنية وذلك باذابة 0.266 g من هذ ا الملح في 200 mL من الماء واضافة كمية زائدة من حامض الكبريتيك H_2SO_4 لاتمام ترسيب الباريوم Ba (M= 137 g/mol)على هيئة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M= 233 g/mol) فاذا علمت ان كتلة الراسب الناتجة كانت تساوي 0.254 g ، ما نوع الهالوجين الذي تمثله x في ملح الباريوم ؟

SOL; : العلاقة التي ممكن من خلالها معرفة الكتلة الذرية للهالوجين (نوعه) هي

مجموع الكتل الذرية = (BaX2.2H2O) الكتلة المولية

$M = 137+2X+(2x18)$

$M = 137+2X+36$

$M = 173+2X$

الان نجد الكتلة المولية للملح M من النسبة والتناسب : $(BaX2.2H2O) \rightarrow BaSO4$

M	M = 233
m = 0.266	m = 0.254

$M \times 0.254 = 233 \times 0.266 \Rightarrow M = \frac{233 \times 0.266}{0.254} = \frac{62}{0.254} = 244$

$M = 244$ وان $M = 173 + 2X$

$173 + 2X = 244$

$2X = 244 - 173 \Rightarrow 2X = 71 \Rightarrow X = 35.5$

اذن هو عنصر الكلور

17-6 / 2013 الدورالثالث/ عند اذابة 0.5g من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI الكتلة المولية له 150 g/mol في الماء و اضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام . ثم الحصول على 0.744g من يوديد الفضة AgI الكتلة المولية له 235g/mol . احسب النسبة المئويه ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي ؟

SOL:

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ NaI}{M\ AgI} = \frac{1}{1} \times \frac{150}{235} = 0.638$$

$$m\ NaI = Gf \times m\ AgI = 0.638 \times 0.744 = 0.495\ g$$

$$\%\ Na = \frac{m\ NaI}{m\ \text{الملح غير النقي}} \times 100\% = \frac{0.495}{0.5} \times 100\% = 95\%$$

18-6 /اذيب 4.29g من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى 250mL .فإذا علمت ان 25ml من المحلول الاخير يحتاج الى 15ml من محلول HCl عيارته 0.2N لمكافئته. ما عدد جزيئات الماء x في الصيغة الكيميائية لكاربونات الصوديوم المائية؟(Na=23 , C=12 , O=16 , H=1)

SOL; العلاقة التي من خلالها يمكن معرفة عدد الجزيئات هي : الكتلة المولية

الان نجد الكتلة المولية $M(Na_2CO_3 \cdot XH_2O)$

$$M = (2\times23) + (12) + (3\times16) + (18X)$$

$$M = 106 + 18X\ \ g/mol$$

من التسحيح نستفرج تركيز كاربونات الصوديوم

$$Eq(Na_2CO_3 \cdot XH_2O) = Eq\ (HCl)$$

$$N \cdot V = N \cdot V$$

$$N \times 25 = 0.2 \times 15 \Rightarrow N = \frac{0.2 \times 15}{25} = \frac{3}{25} = 0.12$$ نورمالية كاربونات الصوديوم

$$N = \eta \cdot M \Rightarrow 0.12 = 2 \times M \Rightarrow M = 0.06$$

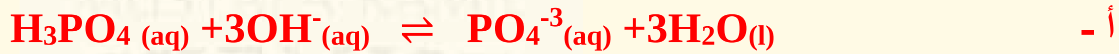
في السؤال (الذيب) اي قام بتضير كاربونات الصوديوم (نستخدم علاقة التضير) لاستخراج الكتلة المولية

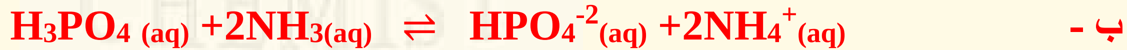
$$M = \frac{m}{M \cdot V} \Rightarrow M = \frac{m}{M.V} = \frac{4.29}{0.06 \times 0.25} = \frac{4.29}{0.015} = 286$$

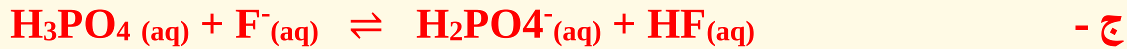
$M = 286$ وان $M = 106 + 18X$

$$106 + 18X = 286 \Rightarrow 18X = 286 - 106 \Rightarrow 18X = 180 \Rightarrow X = 10$$

19-6 / احسب الكتلة المكافئة وعيارية محلول تركيزه 6.0 M من حامض الفسفوريك H_3PO_4
عند أشتراك هذه المادة في التفاعلات الاتية: (M= 98 g/mole)

أ - 
$$H_3PO_{4(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons PO_4^{-3}{}_{(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

ب - 
$$H_3PO_{4(aq)} + 2NH_{3(aq)} \rightleftharpoons HPO_4^{-2}{}_{(aq)} + 2NH_4^+{}_{(aq)}$$

ج - 
$$H_3PO_{4(aq)} + F^-_{(aq)} \rightleftharpoons H_2PO_4^-{}_{(aq)} + HF_{(aq)}$$

SOL;

تمثل التفاعلات الثلاثة التي يشترك فيها حامض الفوسفوريك تفاعل حامض– قاعدة, ولذلك تعتمد قيمة η على عدد البروتونات التي يفقدها الحامض في كل تفاعل وهي للتفاعلات (ا) و(ب) و(ج)   3 و2 و1 على التوالي. لذلك يمكن حساب الكتلة المكافئة لهذا الحامض لتلك التفاعلات كالاتي:

أ –
$$EM\ (eq/mol) = \frac{M\ (\frac{g}{mol})}{\eta\ (\frac{eq}{mol})} = \frac{98}{3} = 32.7\ \ eq/mol$$

$$N = \eta \cdot M = 3 \times 6.0 = 18$$

ب –
$$EM\ (eq/mol) = \frac{M\ (\frac{g}{mol})}{\eta\ (\frac{eq}{mol})} = \frac{98}{2} = 49\ \ eq/mol$$

$$N = \eta \cdot M = 2 \times 6.0 = 12$$

ج –
$$EM\ (eq/mol) = \frac{M\ (\frac{g}{mol})}{\eta\ (\frac{eq}{mol})} = \frac{98}{1} = 98\ \ eq/mol$$

$N = \eta . M = 1 \times 6.0 = 6$

سؤال 6–21 / 2013 الدور الاول / اضيف 20ml من محلول برمنكات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه 0.3N الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيها مع محلول ثايوكبرتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ M=158g/mol حسب التفاعل الآتي:

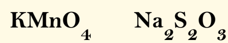
$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

حيث استهلك 25ml من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل احسب :

1) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$. 2)عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في لتر من هذا المحلول

SOL:

$N_1V_1 = N_1V_2$



$0.3 \times 20 = N_2 \times 25$

$6 = N_2 \times 25$

$N_2 = \frac{6}{25} = 0.24 eq/L$

$EM = \frac{M}{n}$ (n = 1)

$EM = \frac{158}{1} = 158\ g/eq$

$m = N . EM . V$

$m = 0.24 \times 158 \times 1 = 37.97g$

22-6 / ما كتلة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M = 233g/mol) التي تترسب تماماً عند مزج كمية كافية من محلول $BaCl_2$ (M = 208g/mol) مع 100mL من حامض الكبريتيك (M = 98g/mol) علماًبأن 20mL من نفس الحامض تحتاج الى 16mL من NaOH تركيزها 0.10M لمعادلته.

SOL; من تسحيح الحامض مع القاعدة نستخرج تركيز الحامض

$Eq (H_2SO_4) = Eq (NaOH)$

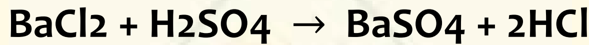
$N . V = N . V$

$\eta . M . V = \eta . M . V$

$2 \times M \times 20 = 1 \times 0.1 \times 16$

$$M = \frac{1 \times 0.1 \times 16}{2 \times 20} = \frac{1.6}{40} = 0.04 \text{ mol/L}$$

$$m = M \,.\, \mathbf{M} \,.\, V = 0.04 \times 98 \times \frac{100}{1000} = 0.392 \text{ g}$$ كتلة الحامض اللازمة لترسيب كبريتات الباريوم



98	233
0.392	m

$$m = \frac{233 \times 0.392}{98} = 0.932 \text{ g}$$

الاسئلة التالية باللون الاحمر هي اسئلة للفرع التطبيقي وتكون مهمة جدا

س 13–6 / تم ترسيب محتوى الالمنيوم (M_{Al} = 27 g/mol) في عينة على هيئة اوكسيد الالمنيوم ($M_{Al_2O_3}$ = 102 g/mole) فوجد ان النسبة المئوية للصيغة الوزنية في العينة 16.62 % ما النسبة المئوية للألمنيوم في العينة ؟

SOL; نستخرج Gf للالمنيوم

$$G_{f\,(Al)} = \frac{a \times M\,(Al)}{b \times M\,(Al2O3)} \Rightarrow G_{f\,(Al)} = \frac{2 \times 27}{1 \times 102} = 0.53$$

نستخرج $m_{(Al_2O_3)}$ (وزن الصيغة الوزنية) من نسبته المؤية لاستخدامه في ايجاد وزن Al

$$\%\ Al_2O_3 = \frac{m\,(Al2O3)}{m(\text{عينة})} \times 100 \Rightarrow 16.62 = \frac{m\,(Al2O3)}{m(\text{عينة})} \times 100$$

$$m_{(Al_2O_3)} = \frac{16.62 \times m\,(\text{عينة})}{100} \Rightarrow m_{(Al)} = Gf_{(Al)} \times m_{(Al_2O_3)}$$

$$m_{(Al)} = 0.53 \times 0.166 \times m\,(\text{عينة})$$

$$\%\ Al = \frac{m\,(Al)}{m\,(\text{عينة})} \times 100 = \frac{0.53 \times 0.166 \times m\,(\text{عينة})}{m\,(\text{عينة})} \times 100$$

$\% Al = 0.53 \times 0.166 \times 100 = \% 8.87$

14-6 / عينة غير نقية من اوكسيد الحديد المغناطيسي Fe_3O_4 كتلتها 0.25g وتم تحليلها بطريقة التحليل الوزني فتم ترسيب الحديد فيها على هيئة راسب من اوكسيد الحديد III Fe_2O_3 فوجد ان كتلته 0.155g ما النسبة المئوية لاوكسيد الحديد المغناطيسي النقي في العينة علماً

$M_{Fe} = 56$ g/mol $M_O = 16$ g/mol

SOL:

$$G_{f\,(Fe_3O_4)} = \frac{a \times M_{Fe_3O_4}}{b \times M_{Fe_2O_3}} = \frac{2*[(3*56)+(4*16)]}{3*[(2*56)+(3*16)]} = \frac{464}{484} = 0.96$$

$$\% Fe_3O_4 = \frac{G_f \times m_{Fe_3O_4}}{m_{Fe_2O_3}} \times 100\% = \frac{0.96 \times 0.155}{0.25} \times 100\% = \%59.52$$

15-6 / ما مولارية وعياريه محلول H_2SO_4 $M\ H_2SO_4 = 98$ g/mol المحضر بإذابة 4.9g في 500ml من الماء المقطر ؟

SOL;

$$M = \frac{m}{M \times V} = \frac{4.9}{98 \times \frac{500}{1000}} = \frac{4.9}{98 \times 0.5} = \frac{49}{98 \times 5} = \frac{1}{2 \times 5} = 0.1\ M$$

$$N = \eta \times M = 2 \times 0.1 = 0.2\ N$$

18-6/ خليط من 21.2g Na_2CO_3 (M= 106 g/mol) و 8g NaOH (M= 40 g/mol) اذيب في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول للخليط الى ربع لتر. احسب حجم محلول حامض HCl الذي عياريته 1.6 N اللازم لمعادلة 20ml من هذا المحلول القاعدي ؟

SOL;

$$N\,(Na_2CO_3) = \frac{m}{EM.V} = \frac{21.2}{53 \times 0.25} = 1.6\ N$$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{106}{2} = 53$$

$$N\,(NaOH) = \frac{m}{EM.V} = \frac{8}{40 \times 0.25} = 0.8\ N$$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{40}{1} = 40$$

$$Eq\,(HCl) = Eq\,(NaOH) + Eq\,(Na_2CO_3)$$

$N . V_{(HCl)} = N . V_{(NaOH)} + N . V_{(Na_2CO_3)}$

$1.6 \times V = (0.8 \times 20) + (1.6 \times 20)$

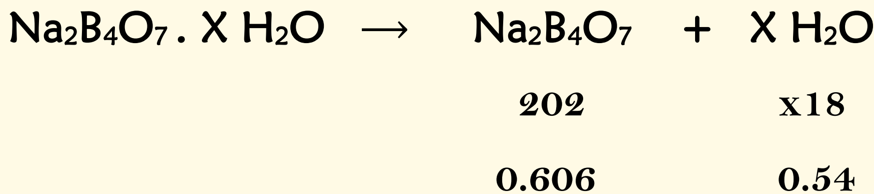
$1.6\, V = 16 + 32 \implies V = \frac{48}{1.6} = 30\ ml$

21-6 / سخن 1.146g من ملح البوراكس $Na_2B_4O_7 . XH_2O$ تسخيناً شديداً فتبقى 0.606g من الملح اللامائي . احسب عدد جزيئات ماء التبلور علماً بأن الكتل الذرية ل $H = 1$ ، $O = 16$ ، $B = 11$ ، $Na = 23$

SOL: $m_{\text{ماء التبلور}} = m_{\text{عينه}} - m_{\text{الغير متطاير}} = 1.146 - 0.606 = 0.540\ g$

$M_{(Na_2B_4O_7)} = (23\times2)+(11\times4)+(7\times16) = 202\ g/mol$

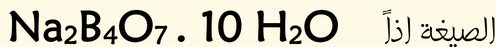
$M_{(H_2O)} = (2\times1)+16 = 18\ g/mol$



$Na_2B_4O_7 . X H_2O \longrightarrow Na_2B_4O_7 + X H_2O$

	202	x18
	0.606	0.54

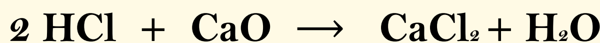
$x18 = \frac{202 \times 0.54}{0.606} \implies x18 = 180 \implies x = 10$



الصيغة إذاً $Na_2B_4O_7 . 10 H_2O$

23-6 / نموذج غير نقي لاوكسيد الكالسيوم CaO كتلته 0.25g (M= 56 g/mol) عند معايرته مع حامض HCl عيارته 0.5N احتاج الى 17ml للوصول الى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية للمادة النقية في النموذج المستعمل؟

SOL:



$2\, HCl + CaO \longrightarrow CaCl_2 + H_2O$

η = عدد الايونات الموجبة x تكافؤها $= 2 \times 1 = 2$

$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{56}{2} = 28$

تحويل الحجم من ml الى L

$V_L = \frac{17\ ml}{1000} = 0.017\ ml$


HCl CaO

$N \cdot V = N \cdot V$

$N \cdot V = 0.5 \times 0.017 = 0.0085\ eq$

$m = N \cdot V \cdot EM = 0.0085 \times 28 = 0.238\ g$ وزن اوكسيد الكالسيوم النقي

$\% CaO = \frac{m_{\text{النقي}}}{m_{\text{العينة}}} \times 100\ \% = \frac{0.238}{0.25} \times 100\ \% = \% 95.2$

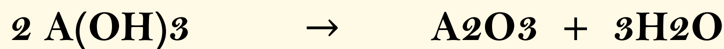
24-6/ سخن 5.35g من هيدروكسيد عنصر ثلاثي التكافؤ تسخيناً شديداً فتفكك الى 4 g من اوكسيد ذلك العنصر ماالكتلة الذرية للعنصر علماً أن الكتل الذرية ل H =1، O=16


SOL; $2\ A(OH)_3 \rightarrow A_2O_3 + 3H_2O$

$m_{\text{ماء}} = m_{\text{هيدروكسيد العنصر}} - m_{\text{اوكسيد العنصر}} = 5.35 - 4 = 1.35\ g$ كتلة الماء المتكون

$M(H_2O) = (1 \times 2) + 16 = 18\ g/mol$

نجد الكتلة المولية للهايدروكسيد باستخدام المعادلة


$2\ A(OH)_3 \rightarrow A_2O_3 + 3H_2O$

	M	3 × 18
5.35	4	1.35

$M = \frac{4 \times 3 \times 18}{1.35} = 160\ g/mol$ الكتلة المولية لاوكسيد العنصر

نجد الكتلة الذرية للعنصر من الكتلة المولية للمركب

$M(A_2O_3) = 2MA + 16 \times 3$

$160 = 2MA + 48$

$MA = 160 - 48 \Rightarrow MA = 112 \Rightarrow MA = 56\ g/mol$

الاسئلة الوزارية من 2013 الى 2019

السنة والدور	رقم السؤال
2013 تمهيدي	سؤال 6 – 4 مثال 6 – 3 سؤال 6 – 14
2013 دور اول	مثال 6 – 1 سؤال 6 – 13 سؤال 6 – 21
2013 دور ثاني	سؤال 6 – 20 عدد العوامل المؤثرة على حجم الراسب سؤال 6 – 12 (نقطة 2)
2013 دور ثالث	عرف طرائق التحليل الكمي مثال 6 – 1 سؤال 6 – 17
2014 تمهيدي	عرف نقطة التكافؤ فراغ / العامل المرسب للمجموعة الثانية هو ....بوجود...... سؤال 6 – 4 سؤال 6 – 17
2014 دور اول	عرف نقطة التكافؤ ما تأثيردرجة الحرارة على معظم الرواسب تمرين 6 – 11 تمرين 6 – 4 (فراغ)
2014 دور ثاني	عرف المعامل الوزني فراغ / العامل المرسب للمجموعة الثالثة A هو .... تمرين 6 – 6 علل/ في عمليات التحليل الوزني يتم اجراء الترسيب في درجات حرارة عالية
2014 دور ثالث	سؤال 6 – 4 ما هي اهم العوامل التي تؤدي الى نجاح عملية التحليل الوزني والحصول على نتائج دقيقة سؤال 6 – 20
2015 تمهيدي	ماهي صفات الراسب الجيد سؤال 6 – 4

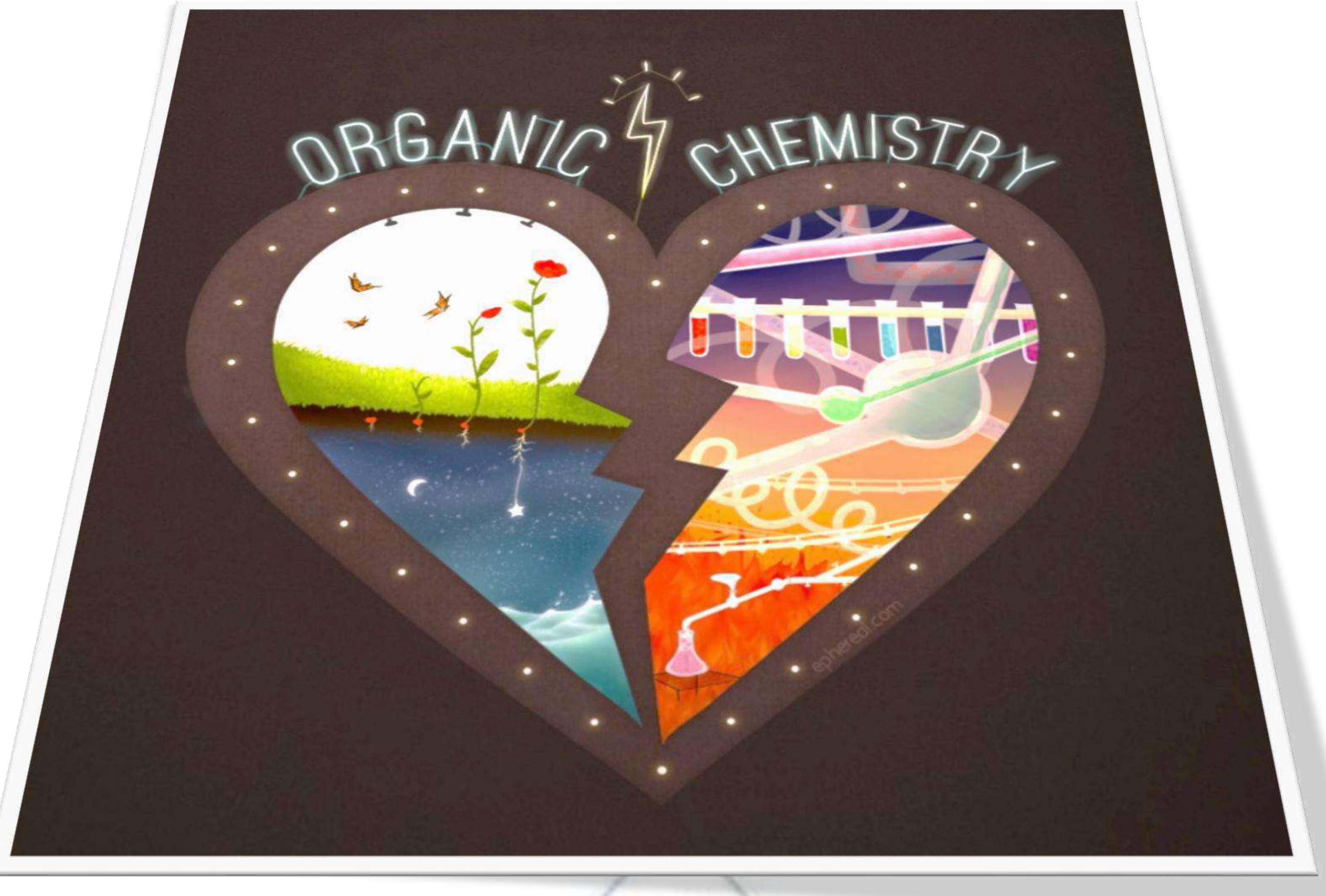
	سؤال 6 – 18
2015 نازحين	عرف المعامل الوزني سؤال 6 – 14 فراغ / العامل المرسب للمجموعة الثانية هو ....
2015 دور اول	عرف المعامل الوزني تمرين 6 – 6
2015 دور ثاني	فراغ / التركيز العياري هو .... ما هي الشروط اللازم توفرها في المواد القياسية المستخدمة في تحضير المحاليل مثال 6 – 8 (تغير ارقام)
2015 دور ثالث	سؤال 6 – 15 (تغيرارقام) كيف يمكن الفصل بين ايونات Ag^{+} و cd^{+2}
2016 تمهيدي	عرف المعامل الوزني سؤال 6 – 20
2016 دور اول	عرف الكتلة المكافئة للحامض ما تأثيردرجة الحرارة على معظم الرواسب سؤال 6 – 17
2016 دور ثاني	تترسب الايونات المجموعة الاولى على هيئة .... سؤال 6 – 9 تمرين 6 – 4
2016 دور ثالث	تتضمن طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تفاعلات الترسيب عدد من الخطوات التي يجب ان تنجز بشكل كمي , عددها فراغ / العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الثانية هو .... سؤال 6 – 20
2017 تمهيدي	ما الشروط المواد القياسية المستخدمة في تحضير المحاليل تمرين 6 – 8
2017 دور اول	ما الشروط المواد القياسية المستخدمة في تحضير المحاليل عرف المعامل الوزني فراغ / العامل المرسب للمجموعة الثانية هو .... بوجود .... تمرين 6 – 16 (تغير ارقام)

2017 دور ثاني	كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم سؤال 6 – 21
2017 دور ثالث	سؤال 6 – 9 (تغير ارقام) عرف المعامل الوزني ما تأثيردرجة الحرارة على ذوبانية معظم الرواسب اثناء عملية الترسيب اختر من بين الاقواس / صيغة الراسب لايونات المجموعة الرابعة هي (كلوريدات , كبريتيدات , كاربونات)
2018 تمهيدي	عرف نقطة نهاية التفاعل فراغ / محلول من $Al_2(SO_4)_2$ عياريته 0.3 N فأن مولاريته تساوي .... سؤال 6 – 18
2018 دور اول	مثال 6 – 8 (تغير ارقام) علل / في عملي ةالتحليل الوزني يجب ان يكون الراسب المتكون ذو قابلية ذوبان قليلة جداً
2018 دور ثاني احيائي	سؤال 6 – 9 (تغير ارقام) تمرين 6 – 4 ليست جميع المواد المستعملة في تحضير المحاليل هي مواد قياسية . ما شروط المواد القياسية . عددها
2018 دور ثالث	فراغ / ماهو العامل المرسب للمجموعة IIIB سؤال 6 – 22 يفضل اجراء عملية الترسيب في محاليل مخففة
2019 تمهيدي	سؤال 6 – 17 كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد III ما اهم الشروط المؤثرة في الحصول على راسب متبلور

CHEMISTRY

SIXTH GRADE

الكيمياء للصف السادس العلمي



الكيمياء العضوية و الحياتية

إعداد : مصطفى كامل ابراهيم

mob. : 07705370211

Tiligram : https://t.me/MustafaKamil004

https://www.facebook.com/MustafaKamil

عدد ذرات الكاربون	المقطع اللاتيني	الكان (ان)	الكين (ين)	الكاين (اين)
C1	ميث	ميثان	—	——
C2	إيث	إيثان	إيثين	إيثاين
C3	بروب	بروبان	بروبين	بروباين
C4	بيوت	بيوتان	بيوتين	بيوتاين
C5	بنت	بنتان	بنتين	بنتاين
C6	هكس	هكسان	هكسين	هكساين
C7	هبت	هبتان	هبتين	هبتاين
C8	اوكت	اوكتان	اوكتين	اوكتاين
C9	نون	نونان	نونين	نوناين
C10	ديك	ديكان	ديكين	ديكاين

المركبات العضوية : هي التي يكون عنصر الكاربون اساسي في تركيبها

ونقوم بتسمية هذه المركبات من خلال التعرف على اطول سلسلة كاربون وعدد ذرات الكاربون فيها

تسمى المركات العضوية كما تعرفت سابقا حسب تسمي نظام الايوباك IUPAC ويمكن الاستعانه بالجدول يميناً لهذا الغرض

اهم شيء تعرف شنو مجموعة الالكيل ورمزها R وهي مجموعة الكان نقصناهة زرة H مثلاً :

ميثان CH_4 يصبح مثيل CH_3

ايثان CH_3CH_3 تصبح اثيل CH_3CH_2

بروبان $CH_3CH_2CH_3$ يصبح بروبيل $CH_3CH_2CH_2$

$ لازم.. كل ذرة كاربون ترتبط باربع اواصر

```
    |
 —  C  —
    |
```

مثال 7-1

ما الصيغتان البنائيتان للمركبين ن - بيوتان و 2 -مثيل بروبان (ايزو بيوتان) واللذان لهما نفس الصيغة الجزيئية C_4H_{10}.

الحل :

```
  H  H  H  H             H
  |  |  |  |           H-C-H
H-C--C--C--C-H          H |  H
  |  |  |  |          H-C-C-C-H
  H  H  H  H            H H  H
```

ن - بيوتان   2 - مثيل بروبان

وكما هو متوقع فالمركبين مختلفين في خواصهما الفيزيائية والكيميائية على الرغم من كونهما يمتلكا نفس الصيغة الجزيئية .

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

مثال 2-7

ما اسم كل من المركبات التالية وفق نظام IUPAC :

(1) $CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_2CH_3)-CH_2-CH_3$

(2) $CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

(3) $^1CH_2={}^2C(-CH_3)-{}^3CH_2-{}^4CH_3$

الحل :

(1) 3 - اثيل - 2 مثيل بنتان

(2) 2،4،4 - ثلاثي مثيل هكسان

(3) 2 - مثيل - 1 - بيوتين

$ عند التسمية يجب ان يكون التفرع يحمل اقل رقم

اولا : هاليدات الالكيل : R- X

مركبات عضوية ترتبط مجموعة الالكيل (R) فيها بذرة هالوجين (X) وتعتبر من مشتقات الالكانات لاستبدال ذرة هيدروجين بذرة هاليوجين

الصيغة العامة : R - X

القانون العام : $C_n H_{2n+1} X$

المجموعة الفعالة : C - X: (أي الاصرة بين ذرة الكاربون وذرة الهالوجين)

تسمية هاليدات الالكيل :

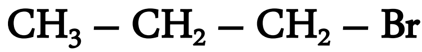
(1) نختار اصول سلسلة كاربون تحتوي هالوجين ثم نرقمها من الطرف الاقرب لذرة الكربون الحاملة للهالوجين وهذه الذرة تحمل اصغر الارقام

(2) نكتب رقم ذرة الكاربون الحاملة للهالوجين ثم (ـــ) شارحة ثم نكتب اسم ذرة الهالوجين مع اضافة حرف (و) مثل (كلور , برمو , يودو) .... (بعد الشارحة نذكر عدد ذرات الهالوجين اذا كانت اكثر من ذرة واحدة)

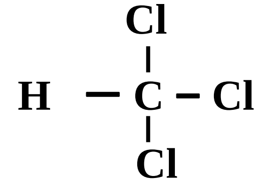
(3) عند وجود اكثر من ذرة هالوجين مختلفة تكتب الهالوجينات حسب الحروف الابجدية فالبروم يسبق الكلور ثم اليود



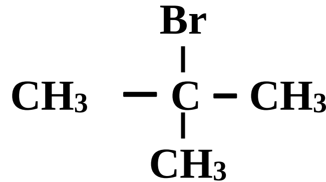
كلورو ايثان



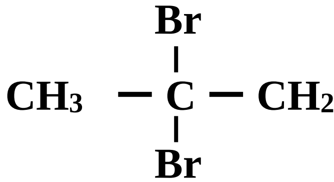
1 - برومو بروبان



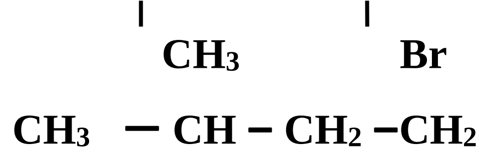
ثلاثي كلورو و ميثان



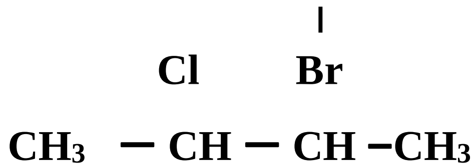
2 - برومو 2 - مثيل بروبان



2 , 2 ثنائي برومو بروبان



1 - برومو 3 - طيل بيوتان



2 - برومو 3 - كلور و بيوتان

تمرين 7-3

1 – ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي ثم صنفها الى اولية وثانوية وثالثية:

أ – 1،1 – ثنائي كلورو ايثان

ب – 2 – برومو – 2 – يودو هكسان

ج – 2 – يودو – 2 – مثيل بيوتان

2 – اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي:

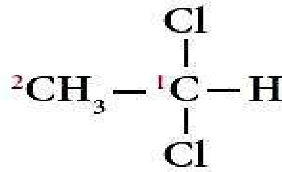
أ – $CHCl_3$

ب – $\underset{Br}{CH_2} - \underset{Cl}{CH} - CH_3$

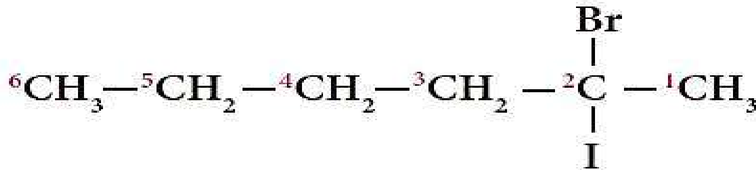
الحل

1)

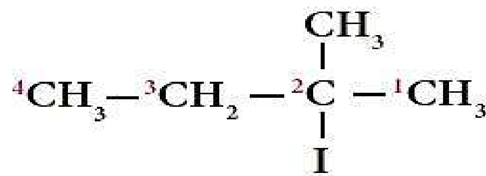
أ)



ب)



ج)

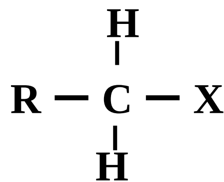


2 – اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي:

أ) 1,1,1 – ثلاثي كلورو ميثان

ب) 1 – برومو – 2 – كلورو بروبان

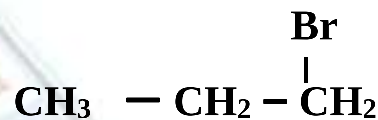
اصناف هاليدات الالكيل :



(1)هاليد الالكيل الاولي (1°) :

تكون ذرة الكاربون (المرتبطة بها ذرة الهالوجين) مرتبطة بذرتين H

(او بذرة واحدة غير الهيدروجين)



(1°)

1 - برومو بروبان

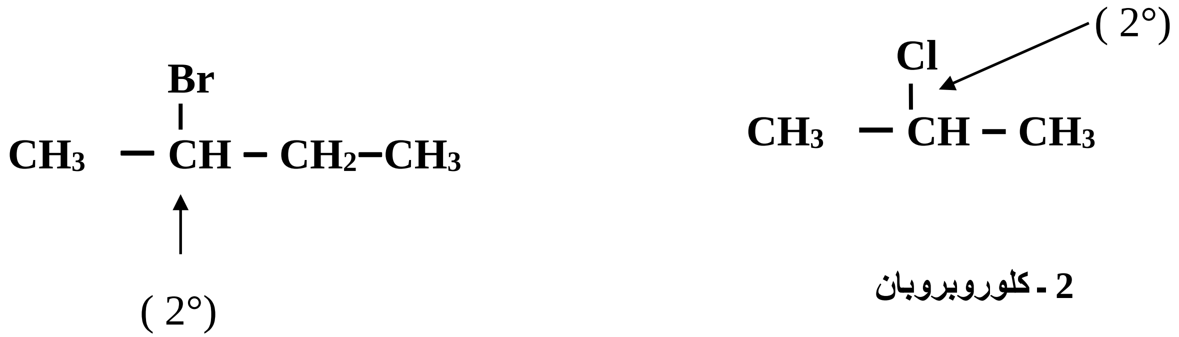


(1°)

كلور و ايثان

(2) هاليد الكيل ثانوي (2°) :

ترتبط ذرة الكاربون الحاملة للهالوجين بذرة H واحدة **(او بذرتين غير الهيدروجين)**

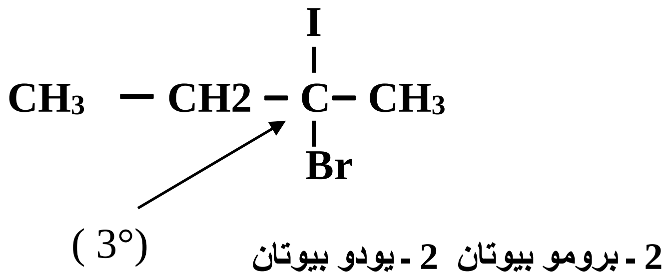


2 - كلوروبروبان

2 - برومو بيوتان

(3) هاليد الكيل ثالثي (3°) :

لا ترتبط ذرة الكاربون الحاملة للهالوجين بـ H او ترتبط بثلاث ذرات غير الهيدروجين



2 - برومو بيوتان 2 - يودو بيوتان

تحضير هاليدات الالكيل :

باضافة هاليد الهيدروجين (HCl , HBr , HI) الى الالكين وتتم الاضافة حسب قاعدة ماركو فنيكوف وهي : عند اضافة الكاشف غير المتناضر (H^+ X^-) الى الالكين غير المتناظر فان ايون H^+ (الهيدروجين الموجب) يهاجم ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً (الهايدروجين (مصلحجي) ايروح يم ذرات الهايدروجين الهواية)

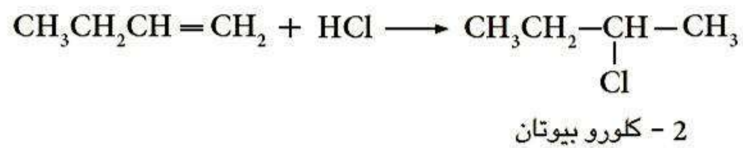
النيوكليوفيل : هو كاشف باحث عن النواة لانه يمتلك مزدوج واحد او اكثر من الالكترونات الحرة (قاعدة لويس)

الالكتروفيل : هو كاشف باحث عن الالكترونات لانه يمتلك اوربتال فارغ مستعد لتقبل زوج الكتروني (حامض لويس)

تمرين 7-4

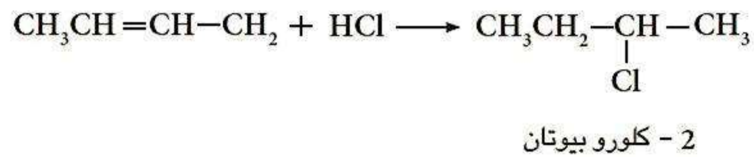
اكتب تفاعل اضافة HCl مرة الى 1- بيوتين واخرى الى 2- بيوتين.

الحـــل



$$CH_3CH_2CH=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_3$$

2 - كلورو بيوتان



$$CH_3CH=CH-CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_3$$

2 - كلورو بيوتان

تمرين 7-5

اكتب المعادلة الكيميائية التي تحقق التفاعلات الاتية:

1 - تحضير (2 - برومو بيوتان) من الالكين المناسب.

2 - اضافة حامض الهيدروكلوريك HCl الى (2 - مثيل بروبين).

الخواص الفيزيائية :

(1) (CH_3Cl , CH_3Br , CH_3CH_2Cl) غازات في درجة حرارة الغرفة وهاليدات الالكيل الاخرى لغاية C_{18} سوائل عديمة اللون

(2) هاليدان الالكيل التي تتكون اكثر من C_{18} مواد صلبة عديمة اللون

(3) لا تذوب بالماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية علل ؟

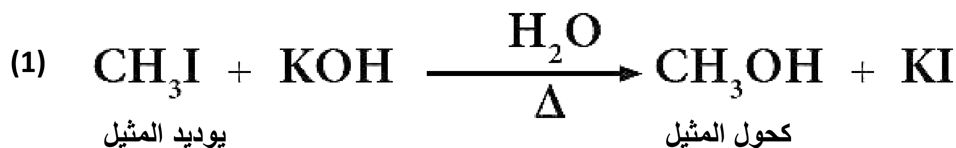
ج / وذلك لعدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء

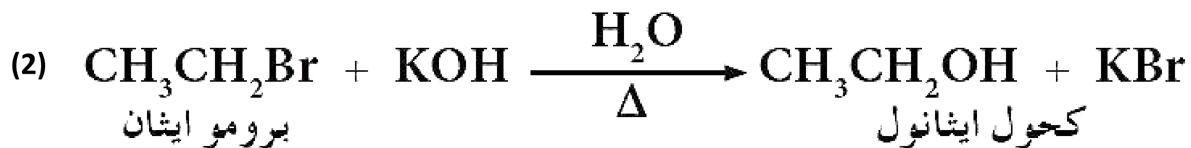
الخواص الكيميائية : ان الاصرة بين C-X لها صفة قطبية بسبب الكهروسلبية العالية لذرة الهالوجين (X) عند مقارنتها بذرة الكربون لذا فان ذرة الكربون هذه تتفاعل اضافة نيوكليوفيلية مع كاشف الكتروفيلي

تفاعلات هاليدات الالكيل *تفاعلات التعويض النيوكليوفيلية :

(أ) تفاعل R-X مع KOH في وسط مائي لتكوين الكحولات مثل :

عبر بمعادلات كيميائية عن اضافة KOH مائي الى (1) يوديد المثيل,(2) بروميد الاثيل)

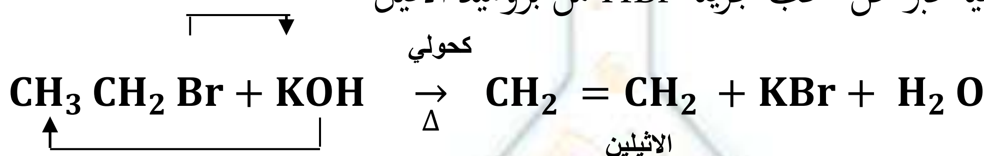




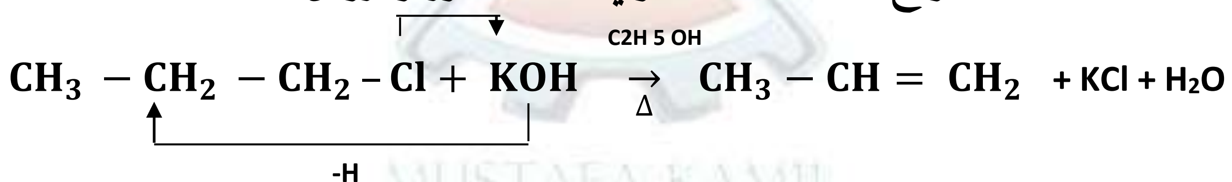
(ب) تفاعل R-X مع KOH كحولي لتكوين الالكينات

مثال / بمعادلات كيميائية وضح اضافة KOH كحولي الى بروميد الاثيل

أو / بمعادلات كيميائية عبر عن سحب جزيئة HBr من بروميد الاثيل



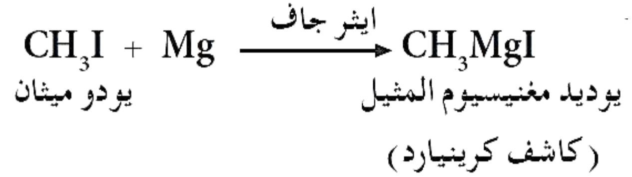
مثال / بمعادلة كيميائية وضح اضافة KOH كحولي الى (1) كلور و بروبان



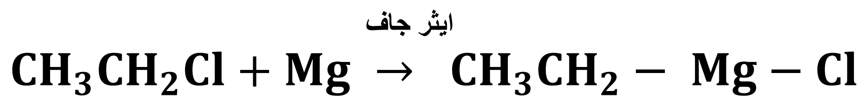
(ج) التفاعل مع فلز المغنيسيوم Mg لتكوين كاشف كرينيارد : ويتم بوجود الايثر الجاف

مثال / وضح بمعادلات كيميائية اضافة Mg بوجود الايثر الجاف الى

(1) يوديد المثيل



(2) كلوريد الاثيل



كلوريد المغنيسيوم الاثيلي

تمرين 7-6

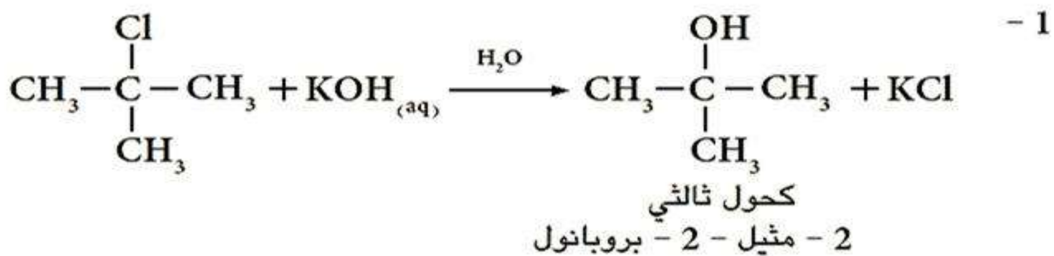
وضح بالمعادلة الكيميائية ماذا يحدث عند مفاعلة:

1 - محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في محلولها المائي مع 2 - كلورو - 2 - مثيل بروبان.

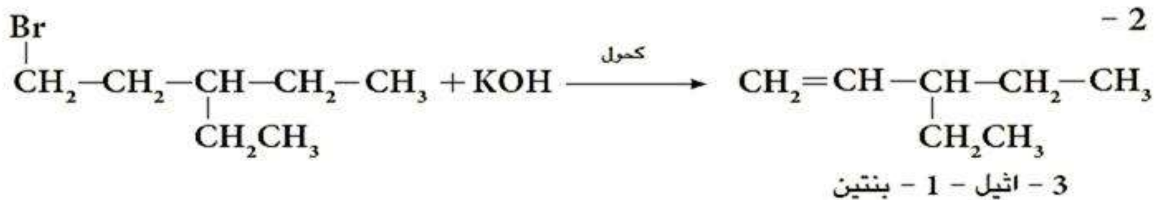
2 - محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH الكحولي مع 1 - برومو - 3 - اثيل بنتان.

الحل

1 -



2 -

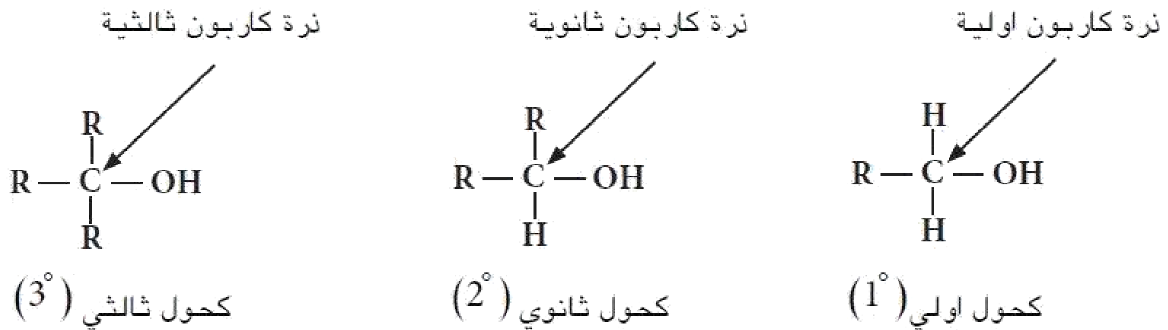


ثانياً : الكحولات : R- OH هي مركبات هيدروكاربونية (الكانات) تكون فيها مجموعة هيدروكسيل (OH) مرتبطة بذرة مشبعة

*الصيغة العامة (R- OH) *القانون العام $(C_nH_{2n+2})O$

*المجموعة الفعالة OH-

*تقسم الى اصناف ثلاثة



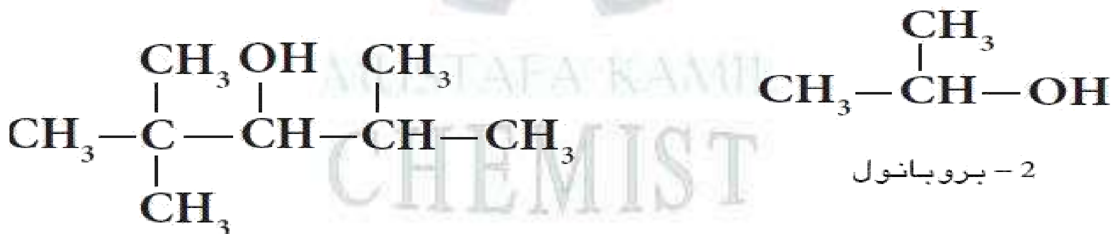
تسمية الكحولات :

(1) نختار اطول سلسلة كاربونية مستمرة تحتوي مجموعة هيدركسيل وترقيمها من الطرف الاقرب اليها

(2) يتم اعطاء اسم الالكان المقابل ونضيف المقطع (و ل) .

(3) تحديد عدد التفرعات والمجاميع المعوضة الاخرى وموقعها في السلسلة





الجناس :

مثال 7-4

ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية 74 g / mol؟

علماً ان الكتل الذرية للذرات كالاتي　$O = 16$, $C = 12$, $H = 1$

الحل:

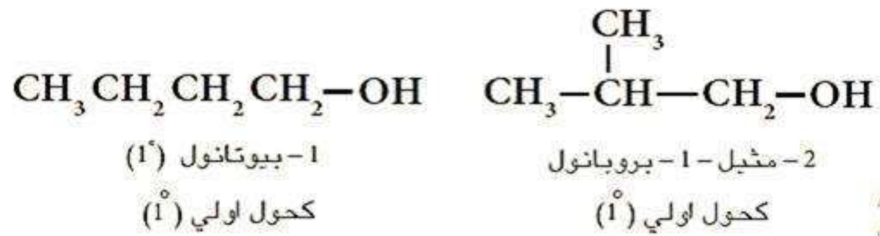
القانون العام للكحولات ($C_nH_{2n+2}O$)

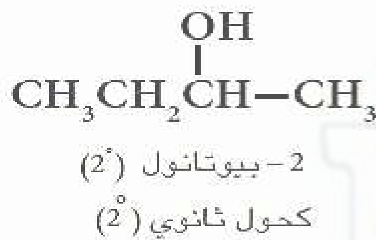
$$C_nH_{2n+2}O = (n \times 12) + [(2n+2) \times 1] + (1 \times 16)$$

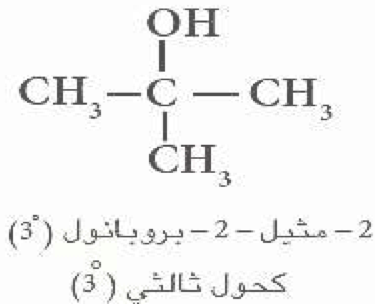
$$C_nH_{2n+2}O = 12n + 2n + 2 + 16 = 74\ g/mol$$

$$14n = 74 - 18 \Rightarrow n = 4$$

لذا فالكحول هو $C_4H_{10}O$ والصيغ البنائية المحتملة لها هي:







تمرين 7-8

اكتب الصيغ البنائية المحتملة لخمس متجانسات للكحولات ذوات الكتل المولية 88 g/mole؟

الحـــــل

$C_nH_{2n+2}O = 88\ g/mol$

$12 \times n + 1(2n + 2) + 1 \times 16 = 88\ g/mol$

$12n + 2n + 2 + 16 = 88\ g/mol$

$14n + 18 = 88$

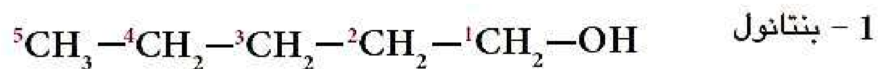
$14n\ 88 - 18$

$14n = 70$

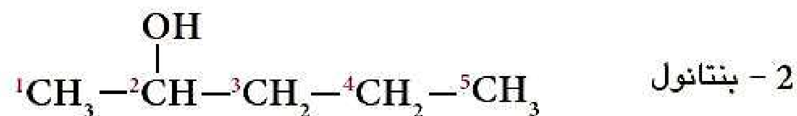
$n = 70/14$

$n = 5 \Rightarrow C_5H_{12}O$

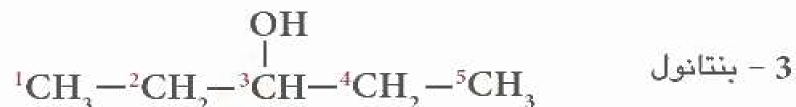
1 – بنتانول

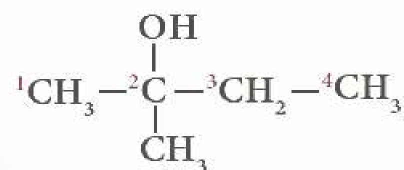


2 – بنتانول

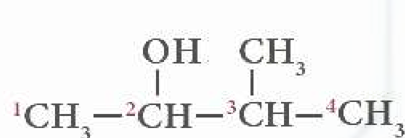


3 – بنتانول





2 – مثيل – 2 – بيوتانول



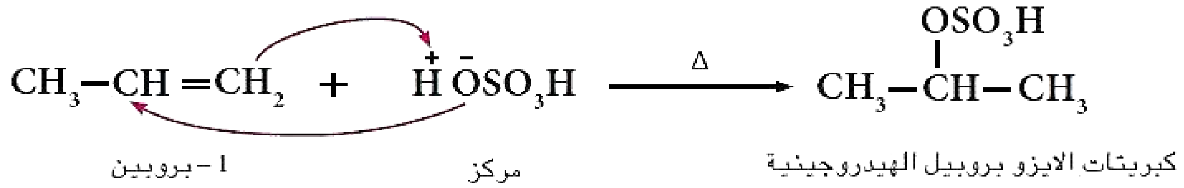
3 – مثيل – 2 – بيوتانول

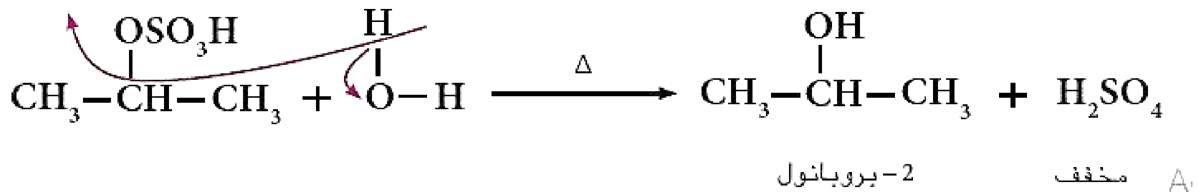
تحضير الكحولات :

من اضافة جزيء ماء الى الالكين بوجود H_2SO_4 مركز كعامل مساعد وتتم الاضافة حسب قاعدة ماركوفينيكوف

مثال / كيف تحضر 2 ـ بروبانول من الكين مناسب وماهي ميكانيكية التفاعل

أو / عبر بصيغ تركيبية عن اضافة جزئية ماء بوجود H_2SO_4 الى البروبين





تمرين 7-9

حضر :

1) 2 - بيوتانول من 1 - بيوتين

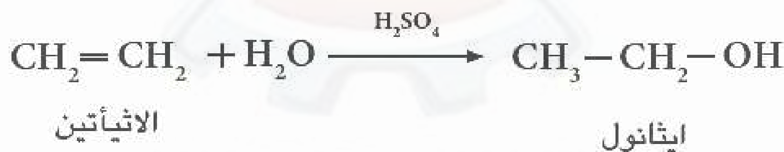
2) الايثانول من الاثيلين

الحــل

1 -



2 -



س / كيف تحضر الايثانول من الكين مناسب

*الخواص الفيزيائية :

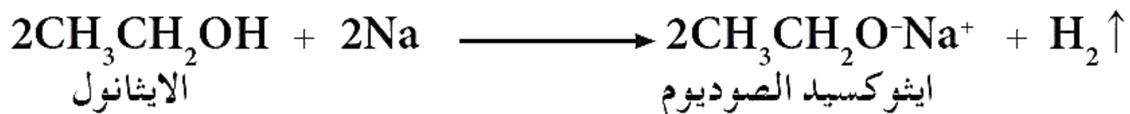
(1) تمتاز الكحولات ذات الكتلة المولية الصغيرة بانها سوائل سامة عديمة اللون ذات رائحة مميزة

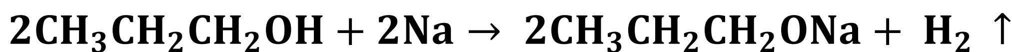
(2) درجة غليانها عالية نسبياً مقارنتاً بالالكانات المقابلة لها وسبب ذلك هو ان الكحولات لها قابلية على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزيئاتها

(3) تمتزج الكحولات من $(C_1 - C_3)$ بشكل تام مع الماء بسبب قابلية جزيئاتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء

*الخواص الكيميائية : الكحولات مركبات فعالة تتفاعل مع الكواشف الايونية والقطبية

(أ) تتفاعل مع فلز الصوديوم او البوتاسيوم مكوناً الكوكسيدات مع تحرر غاز الهيدروجين



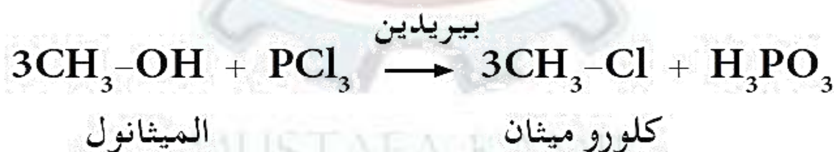


بروبانول

بروبوكسيد الصوديوم

(ب) تتفاعل الكحولات مع ثلاثي كلوريد الفسفور (PCl_3) وخماسي كلوريد الفسفور (PCl_5) لتكوين هاليدات الالكيل .



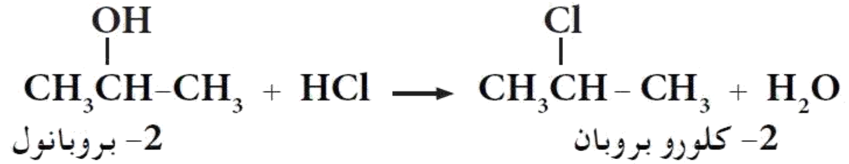


س/ كيف تحضر كلوريد الاثيل من كحول مناسب (كيف تحول الايثانول الى كلوريد الاثيل)

س / حول الميثانول الى هاليد الكيل مقابل

س / من الميثانول كيف تحصل على هاليد الكيل مقابل .

(ج) تتفاعل الكحولات مع هاليد الهيدروجين لتكوين هاليدات الالكيل المقابلة .



ملاحظة :

*يكون التفاعل سريعاً مع الكحولات الثالثية وخصوصاً عند استعمال HCl ولكن مع الكحولات الاولية والثانوية يكون بطيئاً

*وتعتمد سرعة التفاعل اعلاه على نوع HX ايضاً HI > HBr > HCl

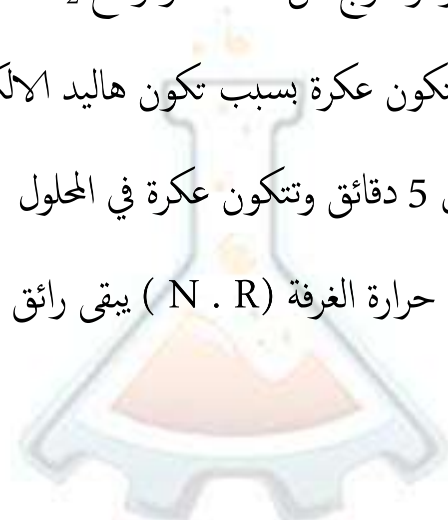
التميز بين اصناف الكحولات :

وذلك بواسطة كاشف لوكاس وهو مزيج من HCl مركز مع $Zncl_2$ ويكون التاثير كما يلي :

كحول $3°$ تفاعل مباشر وتتكون عكرة بسبب تكون هاليد الالكيل

كحول $2°$ يستغرق التفاعل 5 دقائق وتتكون عكرة في المحلول

كحول $1°$ لا تتفاعل بدرجة حرارة الغرفة (N . R) يبقى رائق

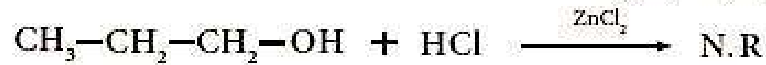


مثال 7 – 5

ميز كيميائياً بين 1 – بروبانول و 2 – بروبانول و 2 – مثيل – 2 – بروبانول

الحل :

يمكن التمييز بينهما باستخدام كاشف لوكاس $ZnCl_2/HCl$ اللامائي، حيث يتفاعل مع 2 – بروبانول (كحول ثانوي) بعد 5 دقائق حيث يكون طبقة من 2 – كلورو بروبان . اما 1 – بروبانول (كحول اولي) فلا يتفاعل مع كاشف لوكاس . اما 2 – مثيل – 2 بروبانول (كحول ثالثي) فتفاعله يكون مباشرة.



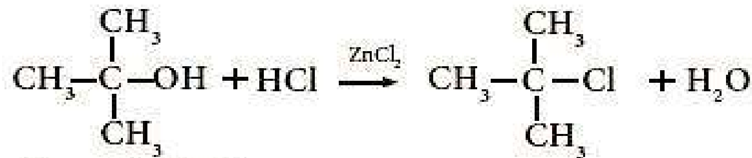
$$CH_3-CH_2-CH_2-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} N.R$$

1 – بروبانول



$$CH_3-\underset{}{CH}(CH_3)-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3-CH(CH_3)-Cl + H_2O$$

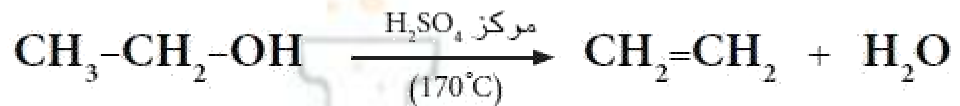
2 – بروبانول   2 – كلورو بروبان



$$CH_3-C(CH_3)_2-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3-C(CH_3)_2-Cl + H_2O$$

2 – مثيل – 2 – بروبانول   2 – كلورو – 2 – مثيل بروبان

(د) نزع جزيئة ماء من الكحولات لتكوين الالكينات بوجود H_2SO_4 وبدرجة حرارة $170\ °C$



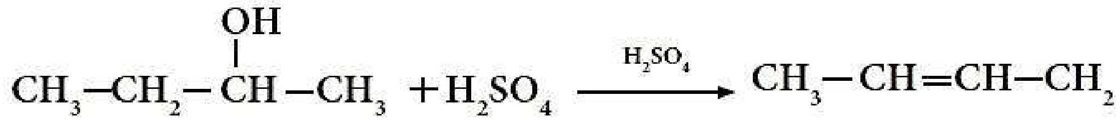
$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[(170°C)]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_2=CH_2 + H_2O$$

الايثانول   اثيلين

تمرين 7–10

عند سحب جزيء ماء من 2 – بيوتانول يكون الناتج 2 – بيوتين وليس 1 – بيوتين، علل ذلك.

الحــــل



وذلك حسب قاعدة ستيسيف حيث تسحب مجموعة OH ومعها ذرة هيدروجين من ذرة الكاربون المجاورة لذرة الكاربون الحاملة لمجموعة OH، والتي تحمل أقل عدد من ذرات الهيدروجين.

(ان الايون الموجب يسحب من ذرة الكاربون الحاملة اقل عدد من ذرات الهيدروجين المجاور لذرة الكربون التي يسحب منها الايون السالب)

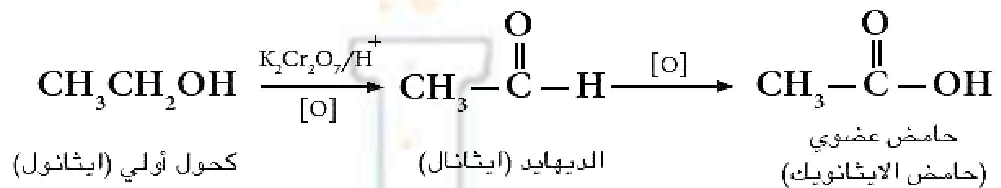
(هـ) الاكسدة :

تتم باحد العوامل الموكسدة

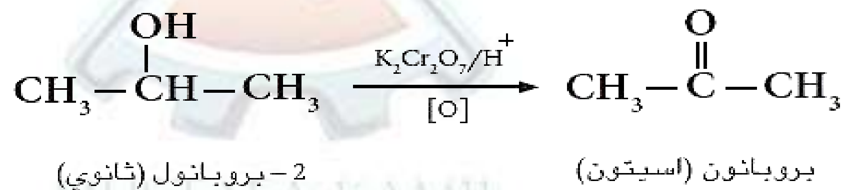
1ـ مزيج من H_2SO_4 / $KMNO_4$ برمنكنات البوتاسيوم

2ـ مزيج من H_2SO_4 / $K_2Cr_2O_7$ كرومات البوتاسيوم

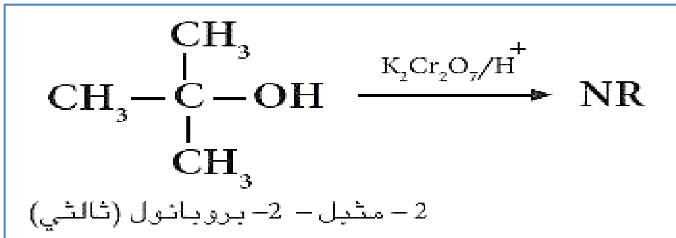
* الكحولات الاولية : تتاكسد الى الالديهايدات ثم الى حامض الكاربوكسيلية



* الكحولات الثانوية : تتاكسد الى الكيتون المقابل



* الكحولات الثالثية : لا تتاكسد بسبب استقرار مركباتها لان ذرة الكربون الحاملة للاOH الكحولية خالية من ذرة هايدروجين



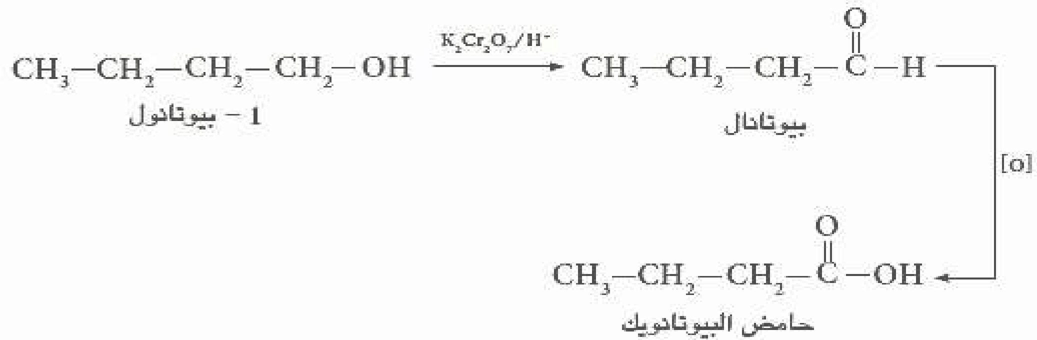
تمرين 7-11

ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات الاتية:

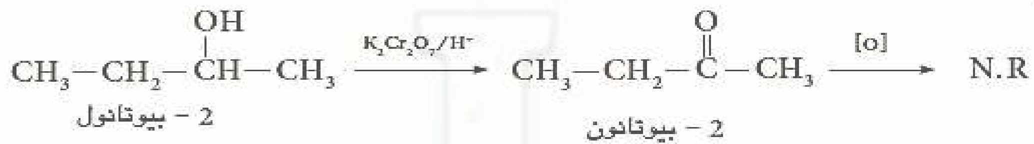
1) 1 - بيوتانول
2) 2 - بيوتانول
3) 2 - مثيل - 2 - بروبانول

الحـــل

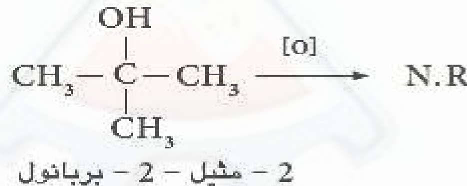
1 -



2 -



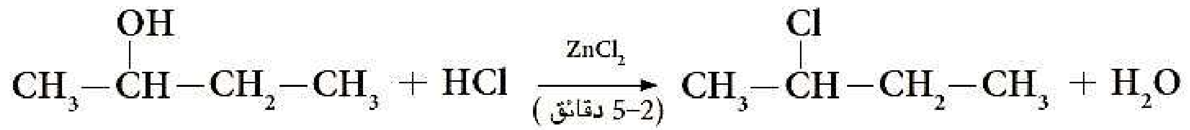
3 -



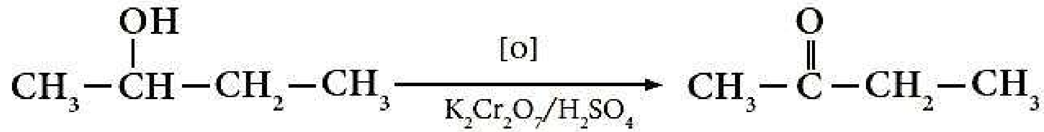
تمرين 7-12

مركب عضوي يحتوي على اربع ذرات كاربون يستجيب لكاشف لوكاس وعند اكسدته يعطي كيتون. اكتب التفاعلات اعلاه وما صيغته البنائية.

الحـــل



$$CH_3-\underset{|}{\overset{OH}{C}}H-CH_2-CH_3 + HCl \xrightarrow[(2-5\ \text{دقائق})]{ZnCl_2} CH_3-\overset{Cl}{\underset{|}{C}}H-CH_2-CH_3 + H_2O$$



$$CH_3-\overset{OH}{C}H-CH_2-CH_3 \xrightarrow[K_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[o]} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-CH_3$$

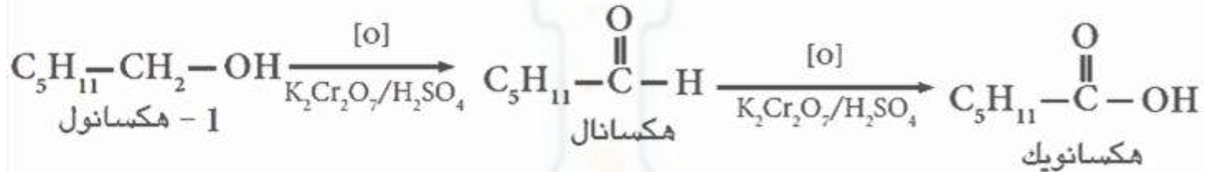
ملاحظة : يعتبر تفاعل الاكسدة طريقة اخرى للتميز بين الكحولات (1° , 2° , 3°)

السؤال 7-2

أنْبوبتا اختبار تحتويانْ على سائلين غير ملونين في احداهما 1 – هكسانول وفي الاخرى هكسان، كيف تميز بين السائلين؟

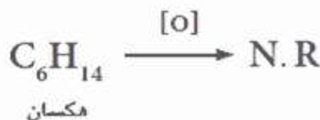
الحـــل

1 – هكسانول كحول اما هكسان فهو الكانْ بالاكسدة بالعوامل المؤكسدة مثل $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ حيث يتأكسد 1 – هكسانول فيعطي الالديهايد المقابل ثم الحامض الكاربوكسيئي المقابل اما الهكسان فلا يتفاعل.



$$C_5H_{11}-CH_2-OH \xrightarrow[K_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[o]} C_5H_{11}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[K_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[o]} C_5H_{11}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

1 – هكسانول   هكسانال   هكسانويك



$$C_6H_{14} \xrightarrow{[o]} N.R$$

هكسان

السؤال 7-4

يتوافر في المختبر كل من المركبين 1 – كلورو بيوتان و 1 – بيوتين، ايهما تختار لتحضير 1 – بيوتانول ؟

الحـــل

عند مقارنة الصيغ البنائية للمركبين المتوافرين في المختبر والمركب المراد تحضيره :

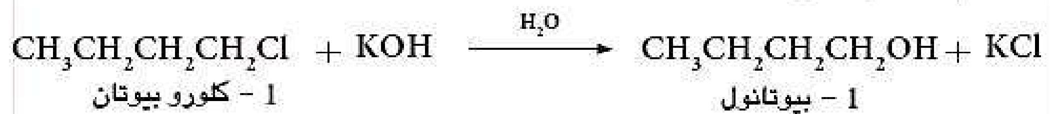


$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$ $CH_3CH_2CH=CH_2$

1 – بيوتانول   1 – كلورو بيوتان   1 – بيوتين

(1)   (2)   (3)

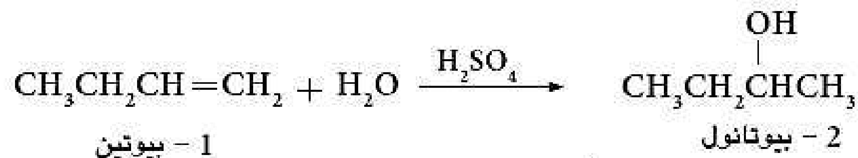
نلاحظ أنّ المركب (1) كحول تقع مجموعة الكاربوكسيل على ذرة الكاربون (1) والمركب (2) هاليد الكيل تقع مجموعة الكلور على كاربون (1)، لذلك من الممكن أنْ يحول المركب (2) الى المركب (1) باستخدام قاعدة قوية مثل KOH.



$$CH_3CH_2CH_2CH_2Cl + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2CH_2CH_2OH + KCl$$

1 – كلورو بيوتان   1 – بيوتانول

اما المركب (3) فهو الكين ومن، الممكن أنْ يتحول الى كحول باضافة الماء بوسط حامضي مثل H_2SO_4 لكن الناتج سيكون وحسب قاعدة ماركوفنيكوف كحول 2 – بيوتانول وليس 1 – بيوتانول.



$$CH_3CH_2CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2\underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}HCH_3$$

1 – بيوتين   2 – بيوتانول

ولهذا نختار 1 – كلورو بيوتان بدلاً من 1 – بيوتين.

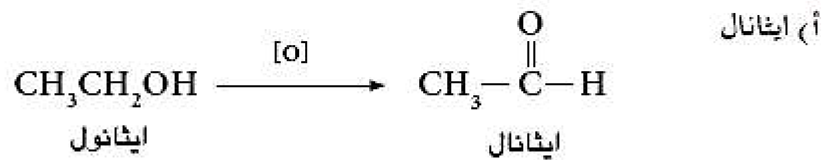
السؤال 7–15

اكتب الاسم والصيغة البنائية للكحول الذي يتأكسد ليعطي :

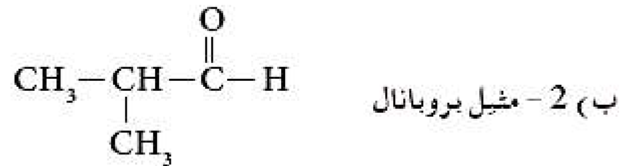
أ) ايثانال   ب) 2 – مثيل بروبانال   ج) 2 – بيوتانون

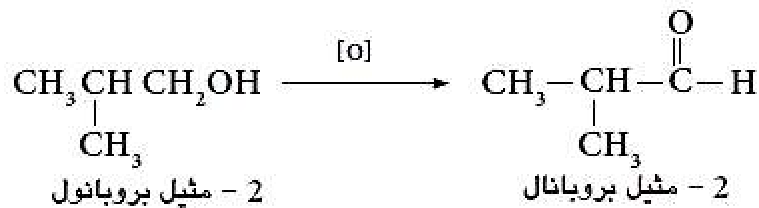
الحـــل

أ) ايثانال

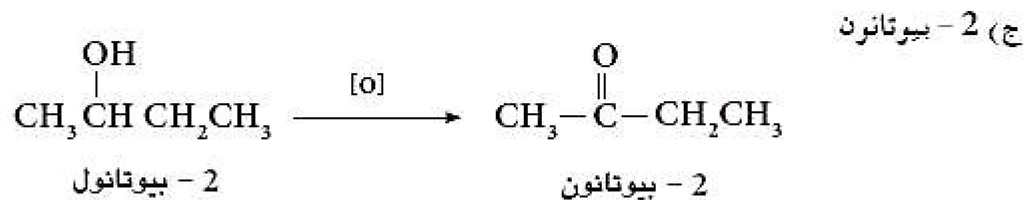


ب) 2 – مثيل بروبانال





ج) 2 – بيوتانون



ثالثاً : الايثرات : مركبات عضوية تحتوي على ذرة اوكسجين مرتبطة بمجموعتين من الالكيل

*الصيغة العامة R – o – R و R – o – R′ غير متناظر

*القانون العام $C_nH_{2n+2}O$

*المجموعة الفعالة C – O – C

تسمية الايثرات :

(1) نختار اطول سلسلة من مجموعتي الالكيل المرتبطة بذرة الاوكسجين ونعتبرها هي السلسلة الاساس لاسم المركب

(2) يتم ترقيم السلسلة من الطرف الاقرب لمجموعة (RO)

(3) المجموعة RO تعتبر فرع متصل بالسلسلة الاساس وياخذ اسم (الكوكسي)

رقم الفرع ← اسم الفرع ← رقم ذرة C المرتبطة ← اسم المجموعة ←اسم الالكان

بـ RO   RO-   (اطول سلسلة)

*بعض اسماء مجاميع – RO

1) ميثوكسي - CH_3O-

2) ايثوكسي - CH_3CH_2O-

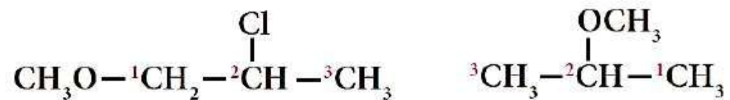
3) بروبوكسي - $CH_3CH_2CH_2O-$

4) 2- بروبوكسي $CH_3-CH(CH_3)O-$

مثال 7 – 6

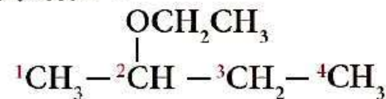
اكتب الاسم النظامي للمركبات الاتية :

الحـــل :



2 – ميثوكسي بروبان

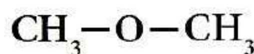
2 – كلورو ميثوكسي بروبان

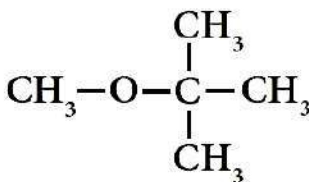


2 – ايثوكسي بيوتان

تمرين 7–13

أ – اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات الاتية :



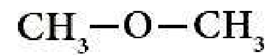


ب – اكتب الصيغة البنائية لكل من المركبات الاتية:

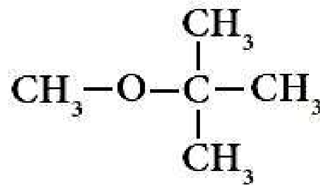
1) 2،2 – ثنائي اثيل ميثوكسي هكسان   2) 2 – كلورو – 2 – مثيل بروبوكسي بنتان

الحل

أ -



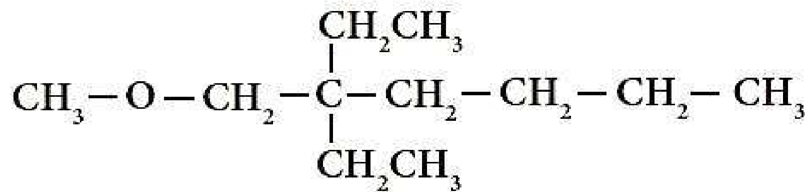
ميثوكسي ميثان



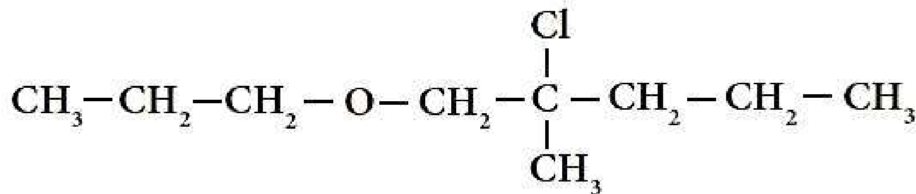
2 - مثيل - 2 - ميثوكسي بروبان

ب -

1 -

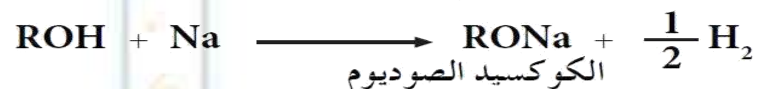


2 -



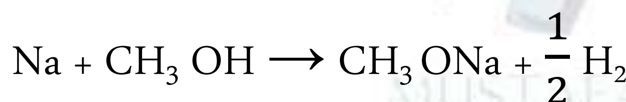
* تحضير الايثرات :

طريقة وليمسون وذلك بمفاعلة فلز الصوديوم مع كحول مناسب لتكوين الكوكسيد الصوديوم



بعدها يتم مفاعلة : الكوكسيد الصوديوم مع هاليد الكيل مناسب(يجب ان يكون اولي) لتكوين الايثر المطلوب

مثال / تحضير ميثوكسي ميثان و ميثوكسي ايثان





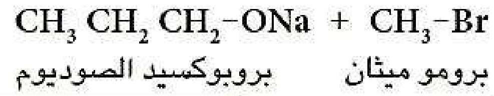


$$CH_3\,ONa + CH_3CH_2\,Br \longrightarrow CH_3 - O - CH_2\,CH_3$$ ميثوكسي ايثان

تمرين 7-14

1 - اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بيوتان.

2 - اكمل نواتج المعادلة الاتية:

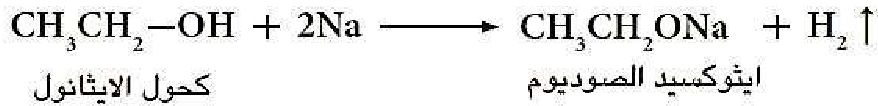


$$CH_3\,CH_2\,CH_2{-}ONa + CH_3{-}Br$$

بروبوكسيد الصوديوم   بروموميثان

الحـــل

1 -



$$CH_3CH_2{-}OH + 2Na \longrightarrow CH_3CH_2ONa + H_2\uparrow$$

كحول الايثانول   ايثوكسيد الصوديوم



$$CH_3CH_2ONa + CH_3CH_2CH_2CH_2{-}Br$$

برومو بيوتان



$$\longrightarrow CH_3CH_2{-}O{-}CH_2CH_2CH_2CH_3 + NaBr$$

ايثوكسي بيوتان

2 -



$$CH_3CH_2CH_2ONa + CH_3{-}Br \longrightarrow CH_3CH_2CH_2{-}O{-}CH_3 + NaBr$$

بروبوكسي ميثان

الخواص الفيزيائية :

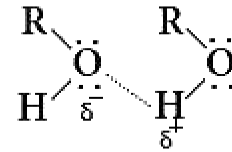
(1) الايثرات ميثوكسي ميثان واثيوكسي ميثان غازات في درجة الحرارة الاعتيادية

(2) الايثرات الاخرى معضمها سوائل متطايرة بدرجة حرارة الغرفة (درجة غليانها واطئة)

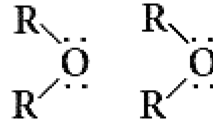
(3) عديمة اللون تمتاز بروائح مقبولة وقابلة للاشتعال بصورة كبيرة

(4) درجة غليان الايثرات اوطأ من الكحولات المقابلة لها (لعدم قابلية الايثرات على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزيئاتها)

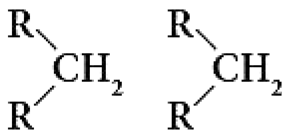
(5) قليلة الذوبان في الماء (لعدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء) ما عدا بعض الايثرات التي تمتلك مجموعة الكيل صغيرة تكون ذائبة في الماء بشكل جزيئي مثل ميثوكسي ميثان



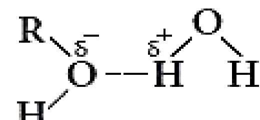
الكحولات
درجة غليان عالية
لوجود الاواصر الهيدروجينية



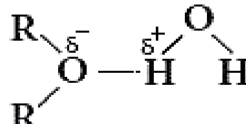
الايثرات
درجة غليان اوطأ
لاتوجود اواصر هيدروجينية



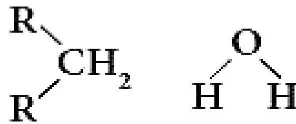
الالكانات
درجة غليان اوطأ
لاتوجود اواصر هيدروجينية



الكحولات
تذوب في الماء



ايثر
يذوب في الماء

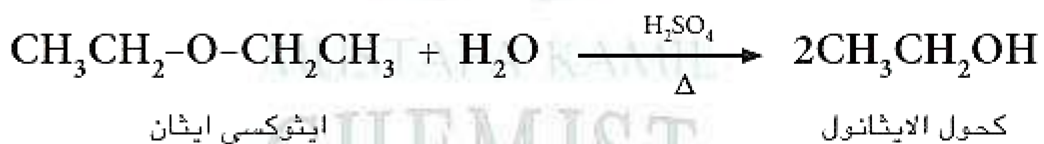


الكان
لا يذوب في الماء

الخواص الكيميائية :

الايثرات مركبات مستقرة الى حد ما حيث لا تتفاعل مع القواعد ولا مع العوامل المؤكسدة والمختزلة ولا مع الفلزات الفعالة

(أ) تتفاعل مع حامض الكبريتيك المخفف وبالتسخين لتعطي الكحولات .



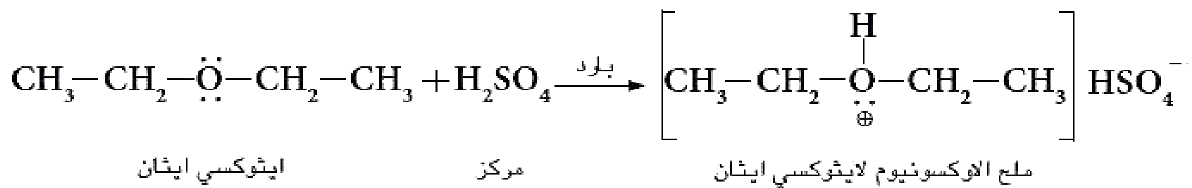
$$CH_3CH_2\text{-}O\text{-}CH_2CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3CH_2OH$$

ايثوكسي ايثان   كحول الايثانول

ملاحظة : تستخدم هذه الطريقة للتميز بين الايثرات والالكانات لان الالكان لا يتفاعل مع الحامض المخفف

س / بمعادلات حضر الايثانول من الايثوكسي ايثان

*اما اذا كان حامض الكبريتيك المركز البارد او HCl فانها تعطي املاح الاوكسونيوم حيث تهب الايثرات زوج من الالكترونات الى ايون الهيدروجين لتكوين هذه الاملاح التي تكون ذائبة في المحلول المحمض



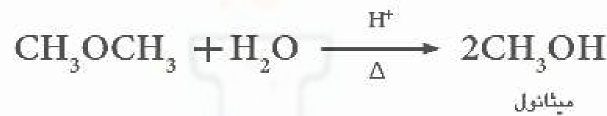
$$CH_3-CH_2-\ddot{O}-CH_2-CH_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{\text{بارد}} \left[CH_3-CH_2-\overset{H}{\underset{\oplus}{O}}-CH_2-CH_3\right] HSO_4^-$$

تمرين 7-15

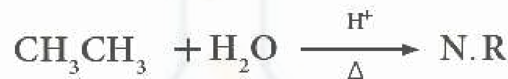
كيف تميز كيميائياً بين ميثوكسي ميثان والايثانْ.

الحل

يتفاعل ميثوكسي ميثان مع حامض الكبريتيك المخفف وبالتسخين يعطي كحولاً بينما لا يتفاعل الايثانْ



$$CH_3OCH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H^+} 2CH_3OH$$



$$CH_3CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H^+} N.R$$

(ب) التفاعل مع PCl_5 (خماسي كلوريد الفسفور) وتكوين كلوريد الالكيل

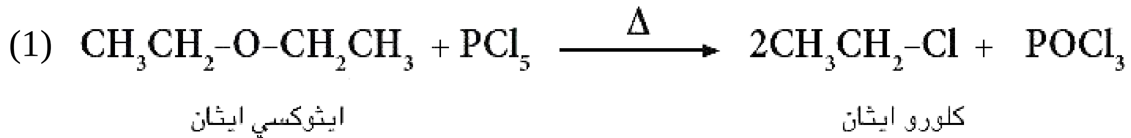


$$RO-R' + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} R-Cl + R'-Cl + POCl_3$$

مثال / بمعدلات وضح اضافة PCl_5 الى

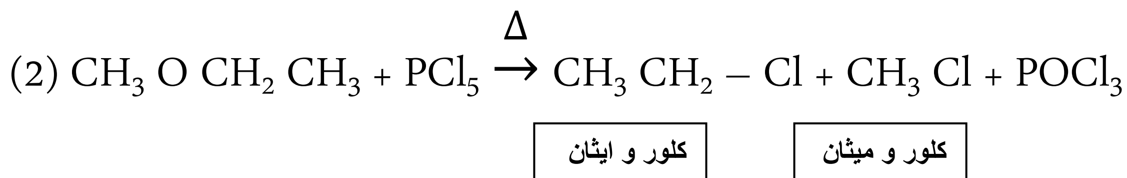
(1) ايثوكسي ايثان (2) ميثوكسي ايثان

Sol :



$$(1)\ CH_3CH_2-O-CH_2CH_3 + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} 2CH_3CH_2-Cl + POCl_3$$

ايثوكسي ايثان كلورو ايثان

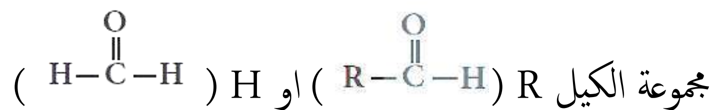


$$(2)\ CH_3\ O\ CH_2\ CH_3 + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} CH_3\ CH_2 - Cl + CH_3\ Cl + POCl_3$$

كلور و ايثان كلور و ميثان

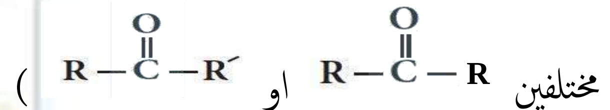
رابعاً : الالديهايدات والكيتونات :

*الالديهايدات : تحتوي مجموعة الكاربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ مرتبطة باحد طرفيها ذرة H والطرف الاخر

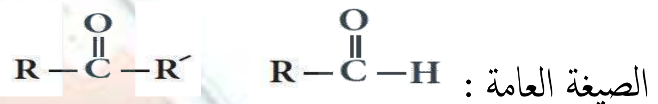


مجموعة الكيل R ($R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$) او H ($H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$)

*الكيتونات : تحتوي مجموعة الكاربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ يرتبط بطرفيها مجموعة الكيل R متشابهتين او



مختلفين $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R$ او $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R'$)



الصيغة العامة : $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R'$

الالديهايد كيتون

القانون العام : $C_nH_{2n}O$

المجموعة الفعالة : $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ مجموعة الكاربونيل

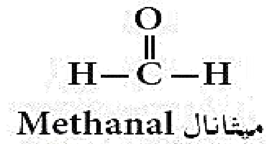
تسمية الالديهايدات :

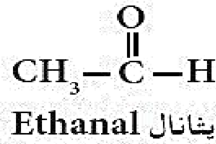
(1) يبدأ الترقيم من ذرة الكربون مجموعة الكاربونيل وتعطى الرقم 1 $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$

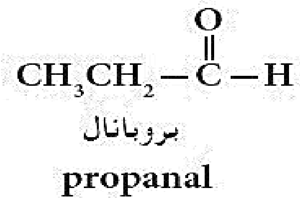
والاستمرار الى اليسار نحو اطول سلسلة كاربونية

(2) يعطي اسم الالكان على اطول سلسلة + المقطع (آل)

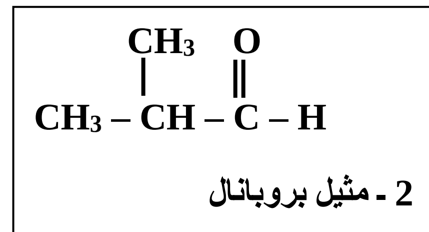
(3) التفرعات تسمى بنفس طريقة الالكان

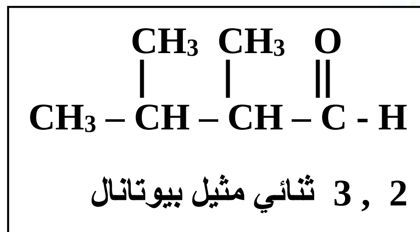








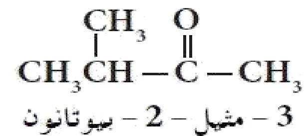


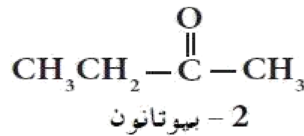


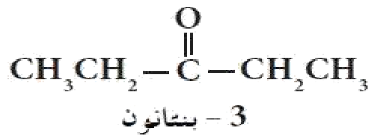
تسمية الكيتونات :

(1) اتباع نفس خطوات تسمية الالديهايد ولكن الترقيم من الطرف الاقرب الى مجموعة الكاربونيل

(2) يعطى اسم الالكان على اطول سلسلة + المقطع (ون)

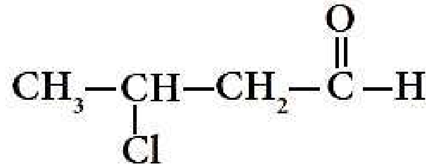
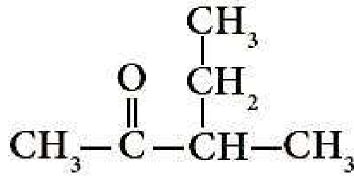






تمرين 7-16

1 - اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي:

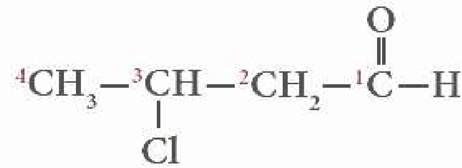



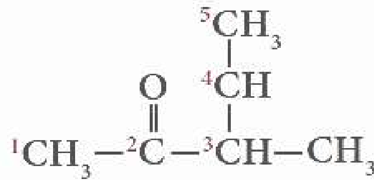
2 - ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي:

أ) 3 - مثيل بيوتانال ب) 2 - هكسانون

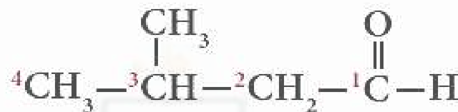
الحل

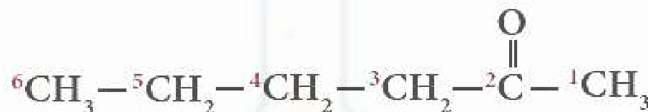
1 -



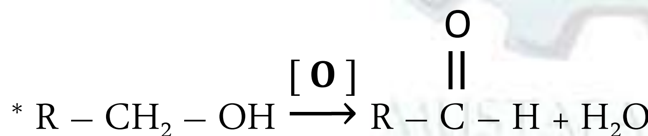


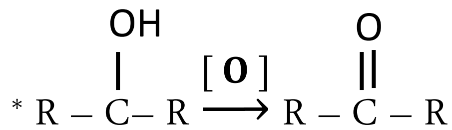
2 -

أ -


ب -


تحضير الالديهايدات والكيتونات : تحضر من اكسدة الكحولات $1°$, $2°$ المسيطر عليها بواسطة $KMnO_4$ او $K_2Cr_2O_7$





تمرين 7-17

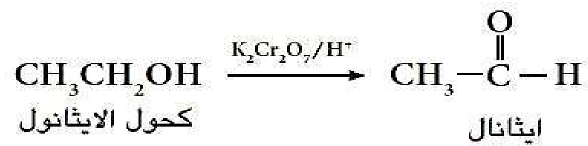
حضر كلاً من المركبات الآتية باستخدام كحول مناسب:

1) ايثانال

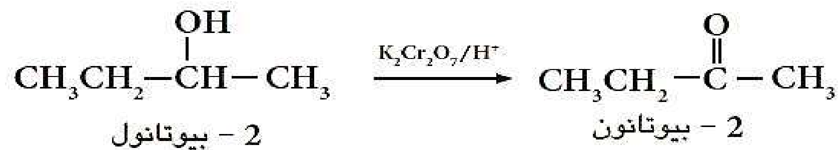
2) 2 - بيوتانون

الحـــل

1 -



2 -



MUSTAFA KAMIL CHEMIST

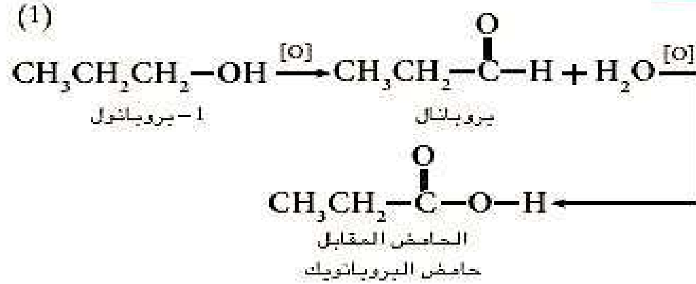
مثال 7 – 7

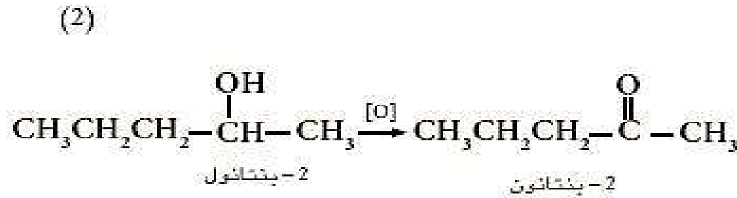
ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات :

1) 1 – بروبانول

2) 2 – بنتانول

الحل :

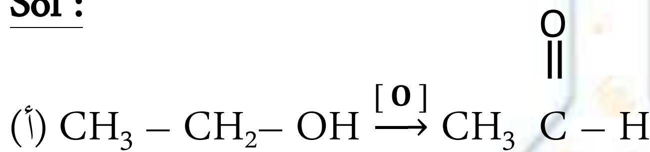


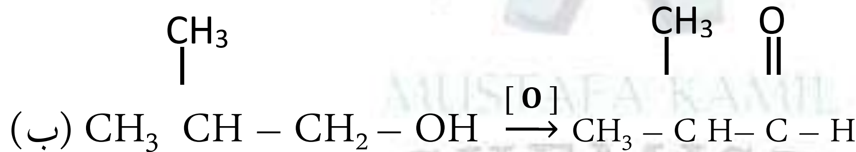


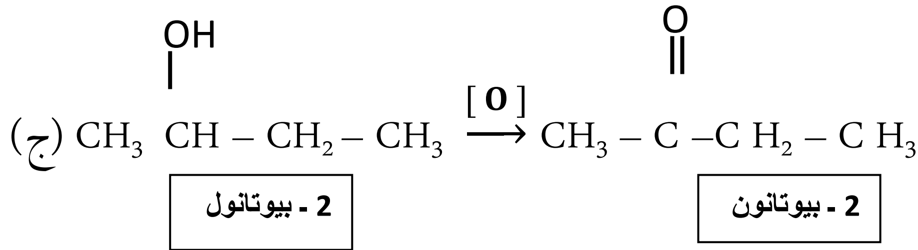
سؤال 7-15 / اكتب الاسم والصيغة البنائية للكحول الذي يتاكسد ليعطي

(أ) الايثانال (ب) 2 ـ مثيل بروبانال (ج) 2 ـ بيوتانون

Sol :







الخواص الفيزاوية :

(1) الالديهايدات والكيتونات سوائل . عدا الميثانال فهو غاز

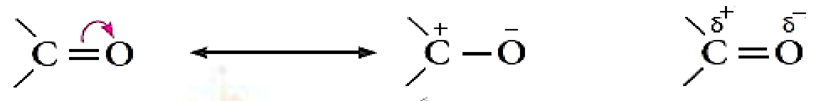
(2) الالديهايدات لها روائح غير مقبولة بينما الكيتونات روائحها مقبولة

(3) كثافتها اقل من كثافة الماء   (4) تعتبر مركبات قطبية . تذوب في الماء

(5) تذوب في المذيبات العضوية كالايثر   (6) درجة غليانها اعلى من درجة غليان الالكانات واقل من الكحولات المقابلة

الخواص الكيمائية :

ان مجموعة الكاربونيل مجموعة عالية القطبية كما في الشكل :

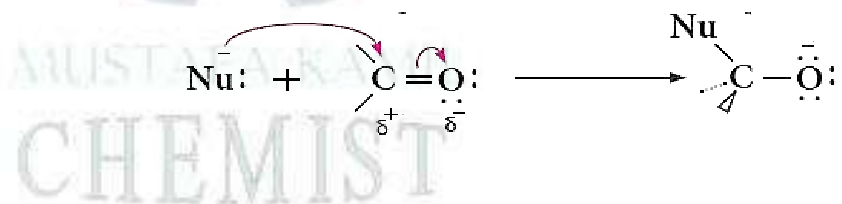


لذا فان الكاشف النيوكليوفيلي (Nu) الباحث عن النواة يهاجم ذرة $C^{\delta+}$

اما الكاشف الالكتروفيلي الباحث عن الالكترونات يهاجم ذرة الاوكسجين $O^{\delta-}$

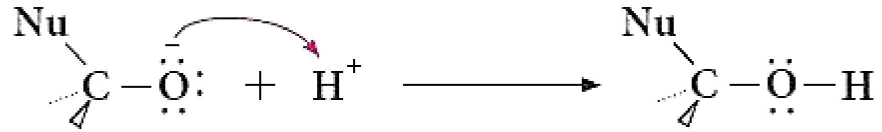
تفاعلات الاضافة تانيوكليوفيلية في الالديهايدات والكيتونات

* الخطوة الاولى



حيث يهاجم الكاشف الباحث عن النواة :Nu ذرة الكربون وتكوين اصرة جديدة بعد كسر الاصرة π والزوج الالكتروني ينتقل الى ذرة الاوكسجين

* الخطوة الثانية

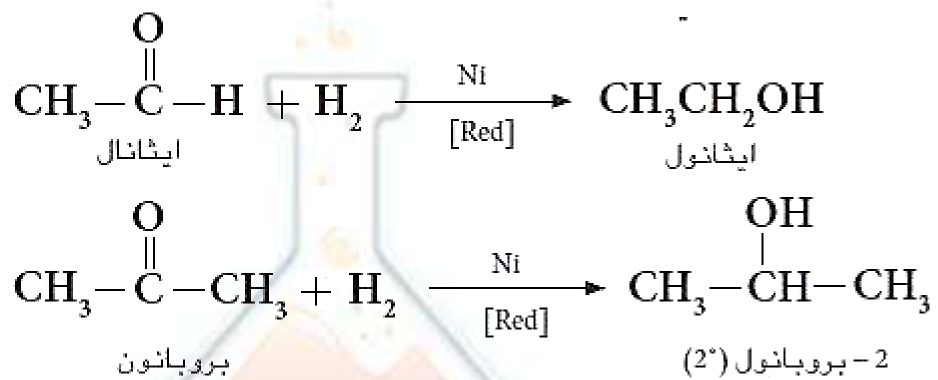


يهاجم الكاشف الباحث عن الالكترون مثل H^+ ذرة الاوكسجين

*التفاعلات :

(أ) الاختزال بالهيدروجين : تختزل الالديهايدات باضافة H2 بوجود Ni او Pt كعامل مساعد وتتحول الى كحولات اولية والكيتونات تتحول الى كحولات ثانوية

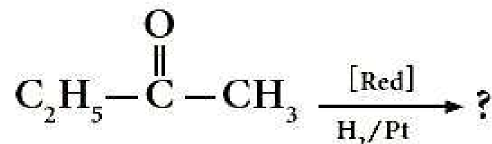
مثال / وضع عملية اختزال الايثانال والبروبانون

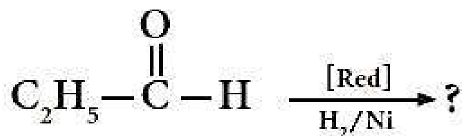


[Red] يعني اختزال

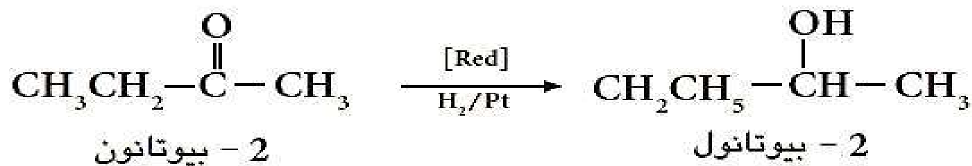
تمرين 7-18

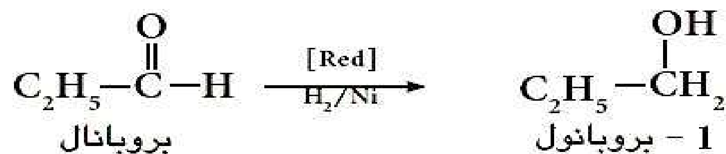
اكمل المعادلتين الاتيتين :





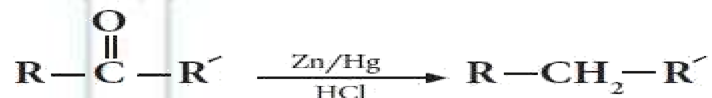
الحل





(ب) الاختزال الى الالكانات :

تختزل الالديهايدات والكيتونات بطريقة (كلمنسون) باستخدام ملغم (الزئبق – الخارصين) بوجود HCl مركز كعامل مختزل .



(ج) التفاعل على الهايدرازين : تتفاعل الالديهايدات والكيتونات مع الهايدرازين $(NH_2 - NH_2)$ وتكوين الهايدرازون والتي تدعى بقواعد شيف

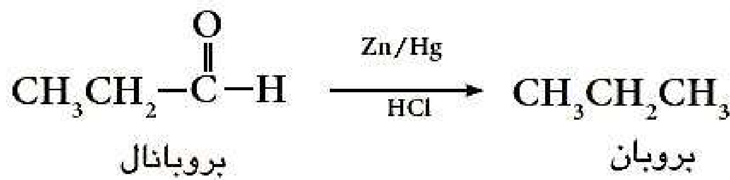
تمرين 7-19

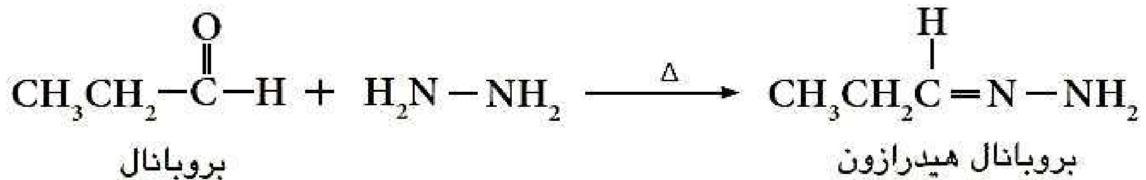
1 – حضر البروبان من البروبانال.

2 – اكتب تفاعل اضافة الهيدرازين الى البروبانال.

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

الحـــل





ملاحظة : يستخدم هذا التفاعل للتعرف على وجود مجموعة الكاربونيل للالديهايد والكيتون اذ تدل نواتج الهايدرازون (الصفراء والبرتقالية) عليهما

س / كيف تستدل على وجود مجموعة الكاربونيل في الالديهايد والكيتون

(د) **الاكسدة :** تتاكد الالديهايدات الى حوامض كربوكسيلية والكيتونات لا تستجيب للاكسدة .

يمكن التمييز بين الالديهايدات والكينونات حسب التفاعلات الاتية

(1) **كاشف تولن :** محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2OH$

(كاشف المرآة الفضية)

(2) **محلول فهلنك :** هو محلول لملح كبريتات النحاس (II) القاعدية ذات اللون الاحمر ويحتوي على جذور سالبة مثل (السترات والترترات) لمنع الترسيب لهيدروكسيد النحاس لانها تكون معه معقدات مستقرة

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

تمرين 7-20

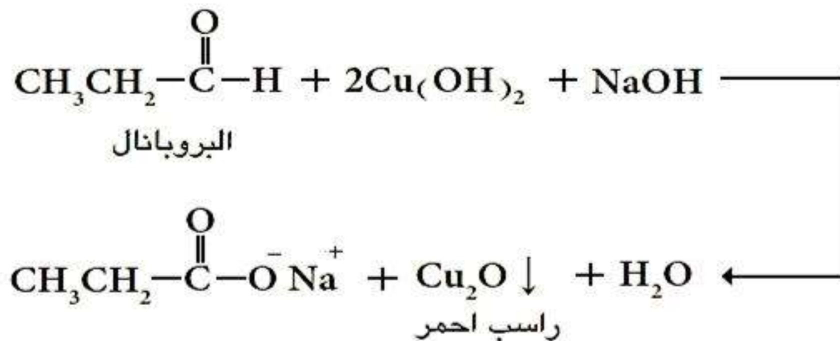
كيف تميز عملياً بين مركب البروبانال والبروبانون باستخدام :

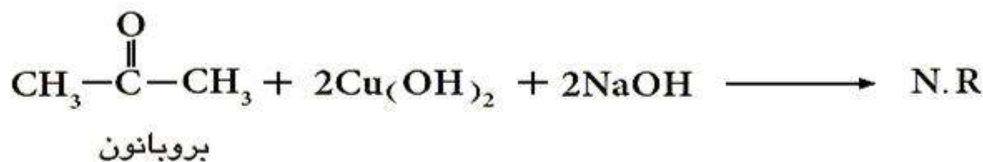
أ - محلول فهلنك.

ب - كاشف تولن.

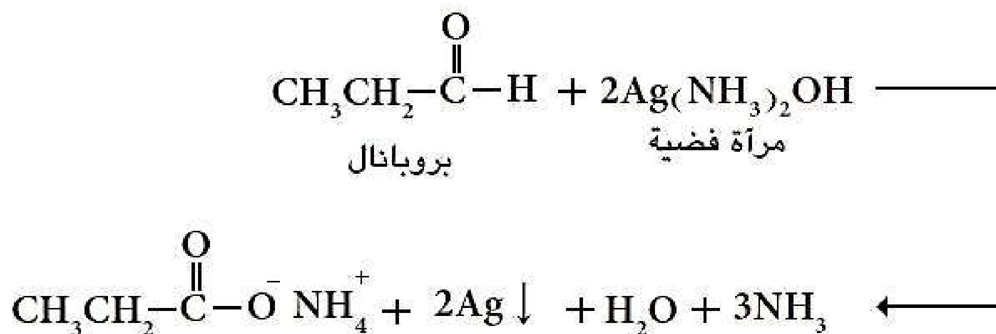
الحل

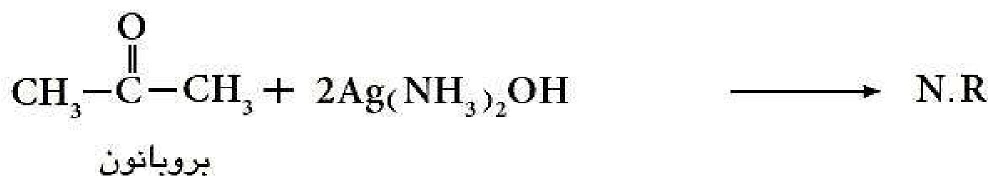
أ -





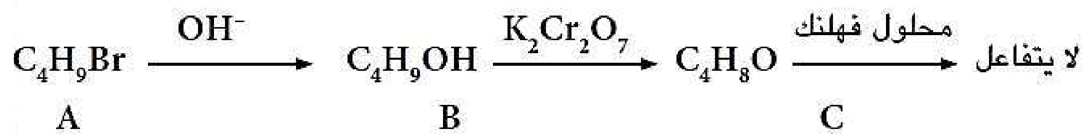
ب -





السؤال 7-16

ادرس مخطط التفاعل الاتي وأجب على الأسئلة التي تليه:



أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من : A و B و C

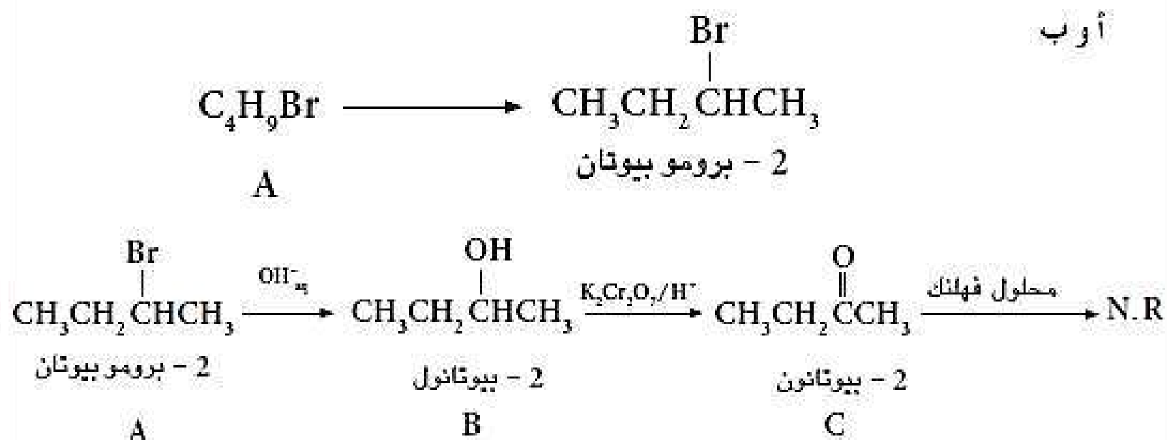
ب) أعط اسماء كل من : A و B و C

ج) أيهّما درجة غليانْ أعلى C أم B، لماذا؟

د) اكتب صيغة بنائية اخرى للمركب B لا يتأكسد بوساطة $K_2Cr_2O_7$ المحمضة.

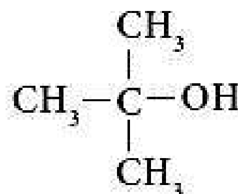
الحــــل

أ و ب



ج - المركب C وهو 2 - بيوتانون، كيتون اما B فهو كحول 2 - بيوتانول والذي يكون اعلى درجة غليانْ بسبب أنه يكون اواصر هيدروجينية بينية اما C فلا .

د - الصيغة البنائية الاخرى للمركب B هو كحول ثالثي لا يتأكسد بواسطة $K_2Cr_2O_7 / H^+$ وهو :



MUSTAFA KAMIL CHEMIST

السؤال 7-22

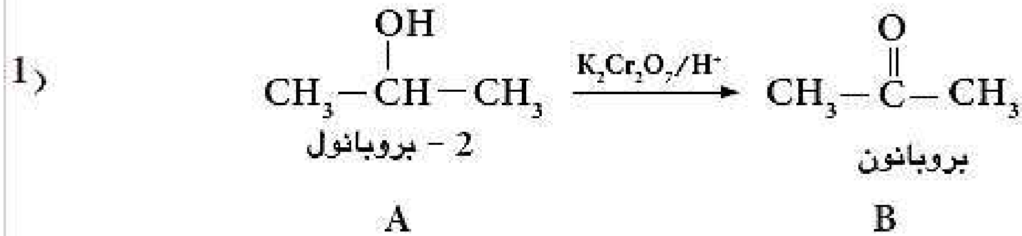
يتكون المركب (A) من ثلاث ذرات كاربون، يتأكسد ليعطي المركب (B) وهذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك . وعند تفاعل المركب (A) مع فلز الصوديوم ينتج المركب (C) ، اما إذا اختزل المركب (B) فأنه يعطي المركب (A) .

أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من : A و B و C

ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات : A و B و C

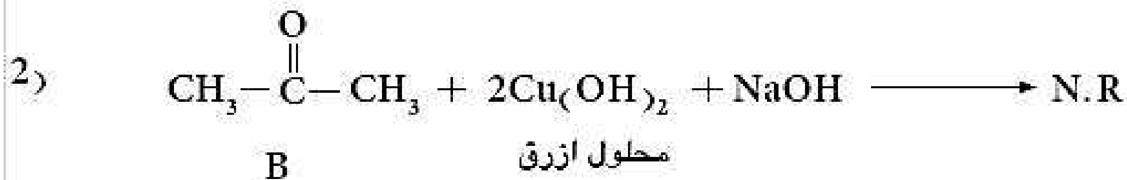
الحـــل

المركب A هو كحول ثانوي يتأكسد فيعطي كيتون الذي لا يعطي كشف محلول فهلنك ويتفاعل المركب A مع فلز الصوديوم ليعطي الكوكسيدات ، وإذا اختزل الكيتون فانه يعطي الكحول A .



1) $CH_3-CH(OH)-CH_3 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-C(=O)-CH_3$

2 - بروبانول (A) ، بروبانون (B)

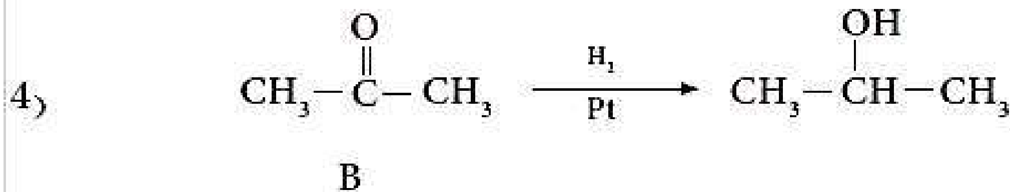


2) $CH_3-C(=O)-CH_3 + 2Cu(OH)_2 + NaOH \longrightarrow N.R$

B ، محلول ازرق



3) $CH_3-CH(OH)-CH_3 + 2Na \longrightarrow CH_3-CH(ONa)-CH_3 + H_2\uparrow$



4) $CH_3-C(=O)-CH_3 \xrightarrow[Pt]{H_2} CH_3-CH(OH)-CH_3$

B

خامساً : الحوامض الكاربوكسيلية :

الصيغة العامة $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ او RCOOH

القانون العام : $C_nH_{2n}O_2$

المجموعة الفعالة : مجموعة الكاربوكسيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ او COOH

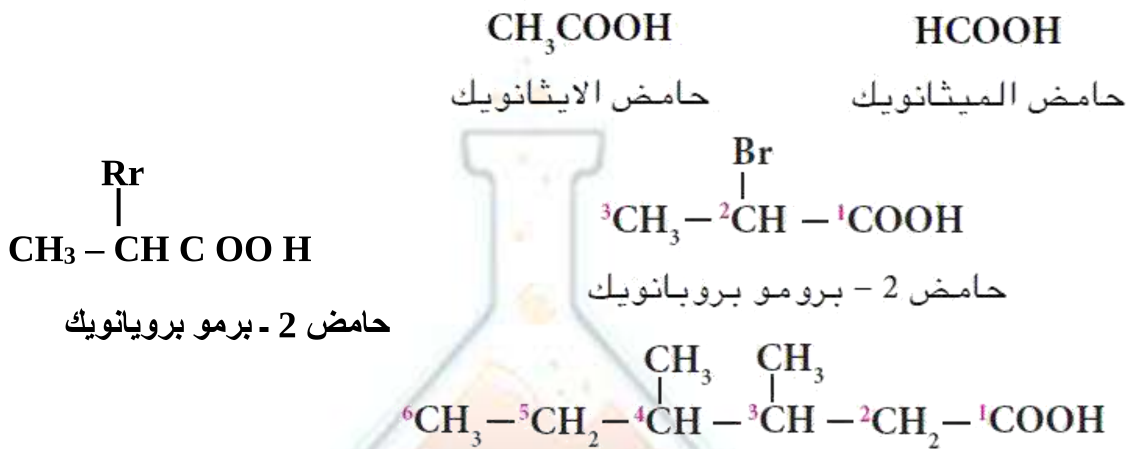
تسمية الحوامض الكاربوكسيلية : حسب الطريقة النظامية IUPAC

(1) ترقيم اطول سلسلة هيدروكاربونية ابتداءً من ذرة كاربون مجموعة الكاربوكسيل و تاخذ الرقم 1

(2) نكتب كلمة حامض

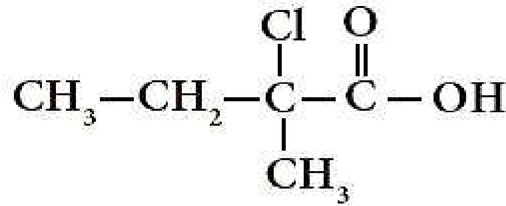
(3) المجاميع المعوضة ان وجدت تسمى وترتب حسب الحروف الابجدية

(4) اطول سلسلة تعطى اسم الالكان + ويك



تمرين 7-21

1 - اكتب الاسم النظامي للمركب



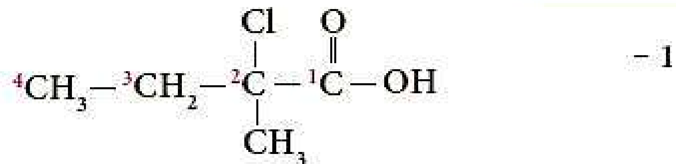
2 - ارسم الصيغة البنائية لكل من المركبات الاتية :

أ) حامض 2 - مثيل بيوتانويك

ب) حامض 3 - كلورو بروبانويك

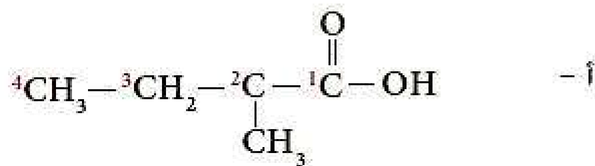
الحــــل

1 -

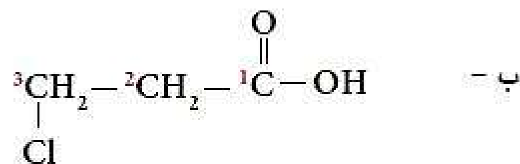


2 - حامض 2 - كلورو - 2 - مثيل بيوتانويك

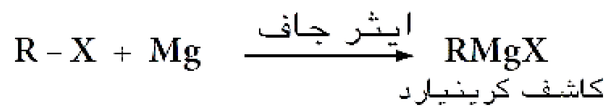
أ -



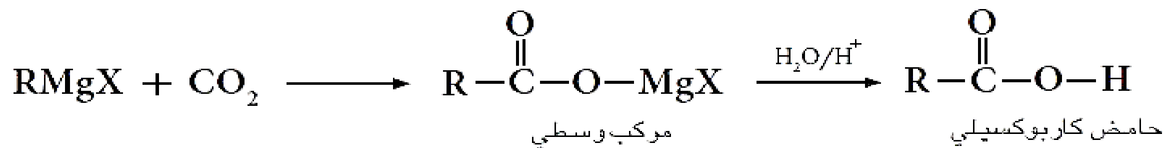
ب -



تحضير الحوامض : من هاليد الالكيل بطريقة كاشف كرينيارد حيث ينتج حامض كربوكسيلي لديه ذرات كربون اكثر بواحدة من R-X



$$R-X + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} RMgX$$
كاشف كرينيارد



$$RMgX + CO_2 \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-MgX \xrightarrow{H_2O/H^+} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$$
مركب وسطي — حامض كاربوكسيلي

تمرين 7-22

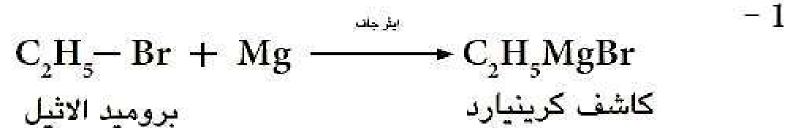
حضر حامض البروبانويك من:

1) بروميد الاثيل

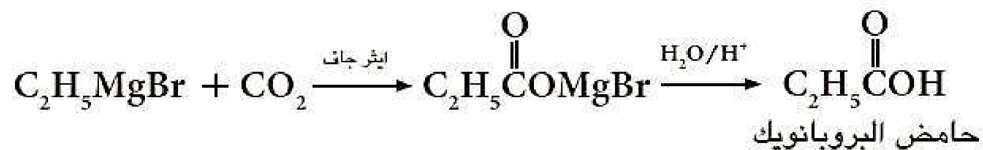
2) البروبانال

الحل

1 -

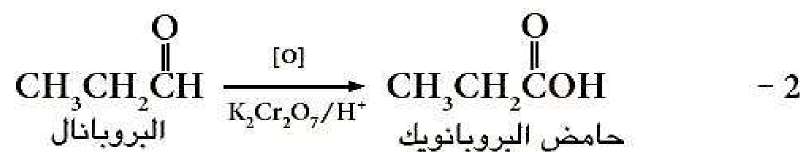


$$C_2H_5-Br + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} C_2H_5MgBr$$
بروميد الاثيل — كاشف كرينيارد



$$C_2H_5MgBr + CO_2 \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} C_2H_5\overset{\overset{O}{\|}}{C}OMgBr \xrightarrow{H_2O/H^+} C_2H_5\overset{\overset{O}{\|}}{C}OH$$
حامض البروبانويك

2 -



$$CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}H \xrightarrow[K_2Cr_2O_7/H^+]{[O]} CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}OH$$
البروبانال — حامض البروبانويك



مثال 7 – 8

مبتدأ بالايثانال حضر حامض البروبانويك ؟

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \longrightarrow CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

الحل :

نبتدأ بالمعادلات العامة للحل :

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2 \xrightarrow{Pt} R\text{-}CH_2OH \xrightarrow{PCl_3} R\text{-}CH_2\text{-}X \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg}$$

$$RCH_2MgX \xrightarrow{CO_2} RCH_2COOMgX \xrightarrow{HX} RCH_2COOH + MgX_2$$

$$\underset{\text{ايثانال}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H} + H_2 \xrightarrow{Pt} \underset{\text{كحول الايثانول}}{CH_3CH_2OH}$$

$$3CH_3CH_2OH + PCl_3 \longrightarrow \underset{\text{كلورو ايثان}}{3CH_3CH_2Cl} + H_3PO_3$$

$$CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2MgCl$$

$$CH_3CH_2MgCl + CO_2 \longrightarrow \underset{\text{مركب وسطي}}{CH_3CH_2COOMgCl}$$

$$CH_3CH_2COOMgCl + HCl \longrightarrow MgCl_2 + \underset{\text{حامض البروبانويك}}{CH_3CH_2COOH}$$

مثال 7 – 9

مبتدأ بكلوريد الاثيل حضر حامض البروبانويك .

الحل :

هذه الطريقة لتحضير حوامض كاربوكسيلية بزيادة عدد ذرات الكاربون ذرة واحدة في المركب الناتج :

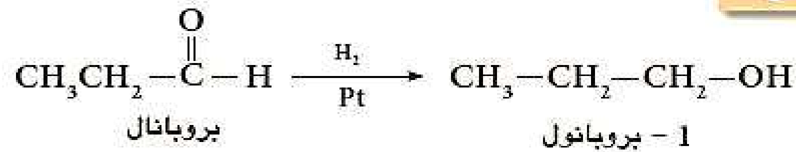
$$CH_3-CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} \underset{\text{كاشف كرينيارد}}{CH_3CH_2-MgCl}$$

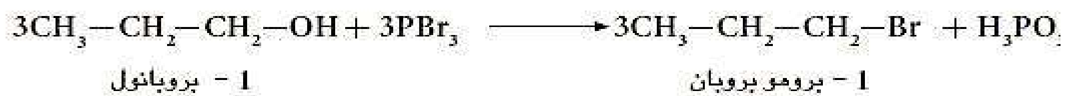
$$CH_3CH_2MgCl \xrightarrow[2)\ H_2O/H^+]{1)\ CO_2} CH_3CH_2COOH$$

تمرين 7-24

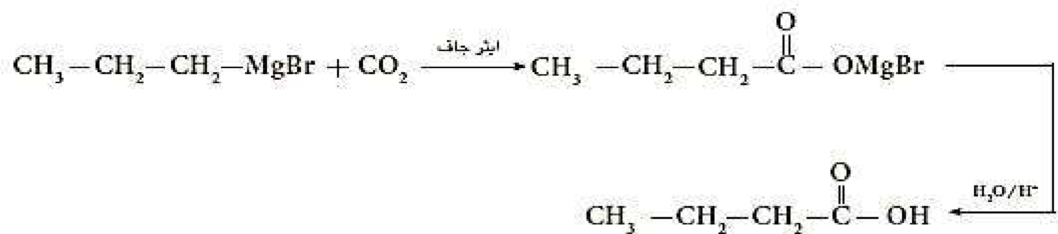
مبتدأ بالبروبانال حضر حامض البيوتانويك؟

الحل





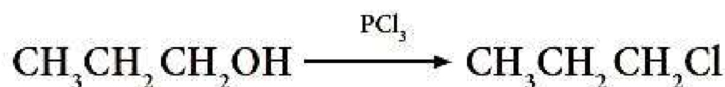




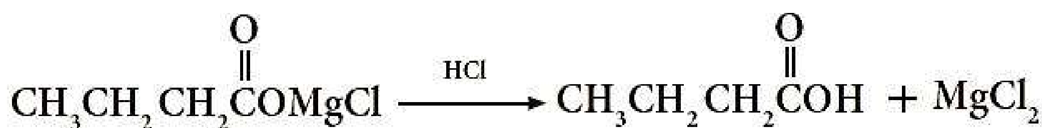
تمرين 7-25

حضر حامض البيوتانويك من كحول البروبانول؟

الحل







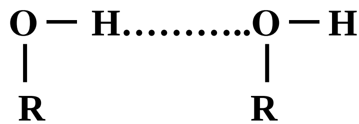
الخواص الفيزيائية :

(1) الحوامض ذات الكتل المولية الصغيرة (اقل من C10) سوائل وروائحها غير مقبولة

(2) الحوامض ذات الكتل المولية الصغيرة جيدة الذوبان في الماء (لها القابلية على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء) اما الحوامض ذات الكتل المولية الاكبر فتقل قابلية ذوبانها

(3) درجة غليان الحوامض الكاربوكسيلية اعلى من درجة غليان الكحولات المقابلة علل ذلك ؟

ج / بسبب تكون اصرتين هيدروجينيتين بين كل جزيئتي من جزيئات الحامض وذلك للصفة القطبية الكبيرة لمجموعتي الكاربوكسيل والهيدروكيل في جزيئة الحامض والتي تكون اكبر من تلك المقابلة لها في الكحولات



الاواصر الهيدروجينية في الكحولات



الاواصر الهيدروجينية في الحوامض

الخواص الكيميائية :

(أ) الصفة الحامضية :

تفقد برتون (H^+) من مجموعة الكربوكسيل عندما تتفاعل مع القواعد لتكوين ملح وماء



(ب) تفاعل الحوامض مع الكاربونات والبيكاربونات :

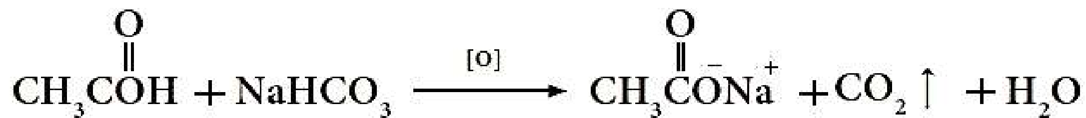
حيث تحرر غاز CO2 ويعتبر من التفاعلات التي تستخدم للكشف عن مجموعة الكاربونسيل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) في الحوامض الكاربوكسيلية

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

تمرين 7-23

اكتب معادلة تفاعل حامض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$.

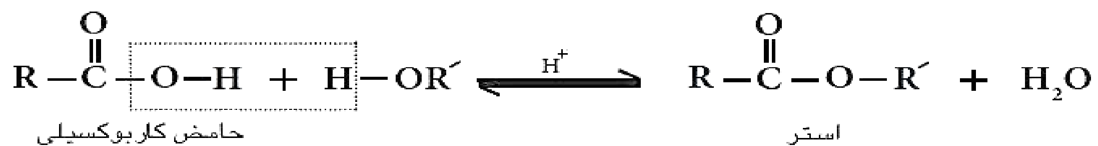
الحـــل



$$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COO^-Na^+ + CO_2\uparrow + H_2O$$

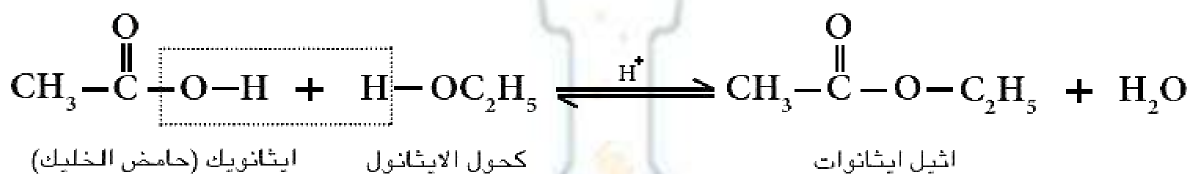
(ج) الاسترة :

(تفاعل الحامض مع الكحول) بوجود عامل مساعد (H_2SO_4 , HCl) وتكوين الاستر والماء وهو تفاعل انعكاسي



$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H + H-OR' \overset{H^+}{\rightleftharpoons} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R' + H_2O$$

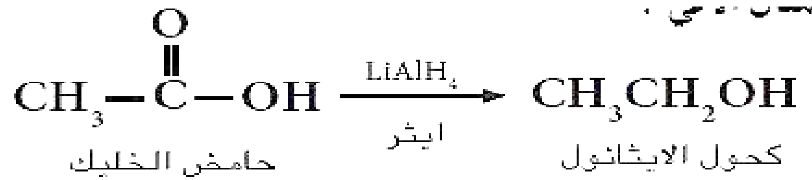
مثال / عبر عن تفاعل حامض الايثانويك (الخليك) مع كحول الاثيل (الايثانول)



$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H + H-OC_2H_5 \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5 + H_2O$$

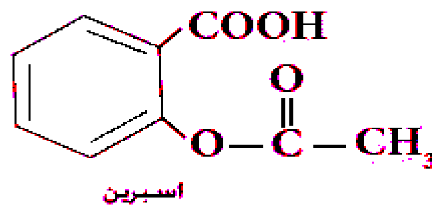
(د) الاختزال :

تختزل الحوامض الكاربوكسيلية بعوامل مختزلة مثل هيدريد الليثيوم الالمنيوم ($LiAlH_4$) وتكوين الكحولات الاولية لكنها لا تختزل باستخدام H_2/ Ni

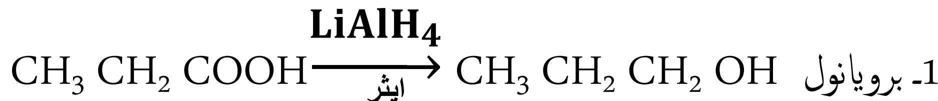


*من الامثلة على الحوامض الكاربوكسيلية هو حامض الاسكوربيك (فيتامين C) الموجود في معظم الحمضيات والمهم جداً في الجسم

*من اهم الحوامض الكاربوكسيلية المستعملة كادوية هو الاسبرين وتكون صيغته البنائية كالتالي :



س / بمعادلات وضح اختزال البروبانويك بواسطة $LiAlH_4$



8-7 اكتب المعادلات الكيميائية التي تعبر عن التفاعلات الآتية :

1) مبتدئاً بالميثانال حضر حامض الايثانويك .

2) مبتدئاً بالميثانول حضر الايثانول .

3) مبتدئاً ببروموبروبان حضر حامض البروبانويك .



سادساً : الاسترات : مركبات عضوية مشتقة من الحوامض الكاربوكسيلية التي تشترك معها مجموعة $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$ (الكاربوكسيل) ويرتبط بالاسترات مجموعة الكيل $R-$ بدلاً من ذرة H في الحوامض

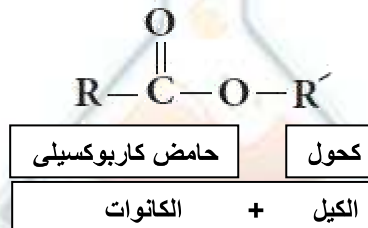
الصيغة العامة : $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R'$

القانون العام : $C_nH_{2n}O_2$

المجموعة الفعالة : مجموعة الكاربوكسيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$

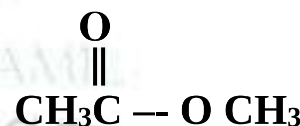
تسمية الاسترات :

تقسم جزيئة الاستر الى قسمين احدهم مشتق من الحامض الكاربوكسيلي والاخر مشتق من الكحول





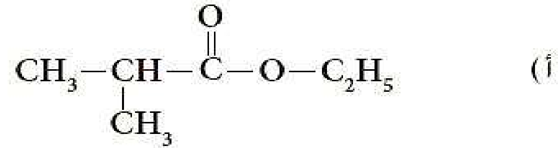
اثيل ايثانوات او الاثيل

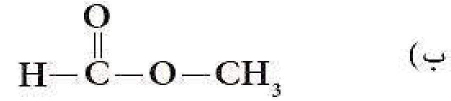


مثيل ايثانوات

تمرين 7-26

1 - اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي:

أ) 

ب) 

2 - ارسم الصيغة البنائية للمركب الاتي:

بروبيل - 3،2 - ثنائي مثيل هكسانوات

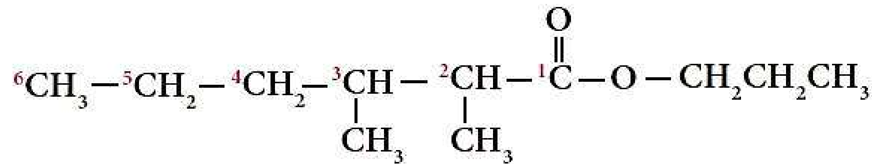
الحل

1 -

أ - اثيل - 2 - مثيل بروبانوات

ب - مثيل ميثانوات

2 -



تحضير الاسترات :

(1) من تفاعل كلوريد الحامض الكاربوكسيلي $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-Cl$ مع الكحولات بوجود البريدين كعامل مساعد

(2) من تفاعل الحامض الكاربوكسيلي مع الكحول (تطرقنا اليه سابقاً)

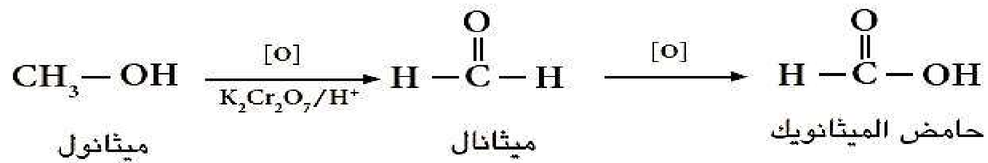
MUSTAFA KAMIL CHEMIST

تمرين 7-27

1 - مبتدأ بالميثانول حضر اثيل ميثانوات
2 - مبتدأ بالايثانول حضر مثيل بروبانوات.
3 - مبتدأ بكلوريد الاستيل حضر اثيل ايثانوات.

الحل

1 -

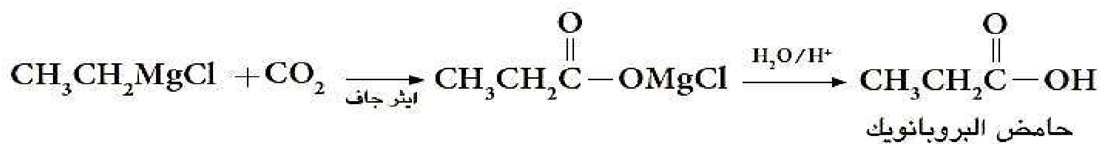


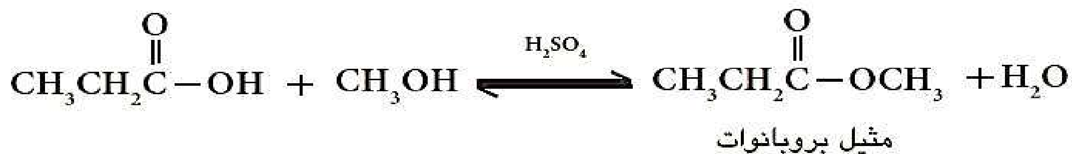


2 -

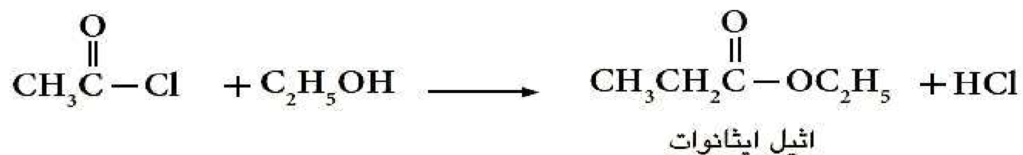








3 -



الخواص الفيزيائية :

(1) لها صفة قطبية في جزئياتها وتقل هذه الصفة بازدياد الجزء الهيدروكاربوني غير القطبي

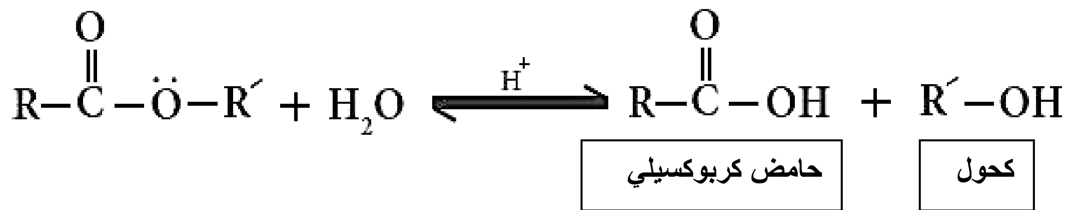
(2) درجة غليانها اقل من الحوامض الكاربوكسيلية المقابلة (لعدم وجود الاواصر الهيدروجينية بين جزئياتها)

(3) معظم الاسترات لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في اغلب المذيبات العضوية

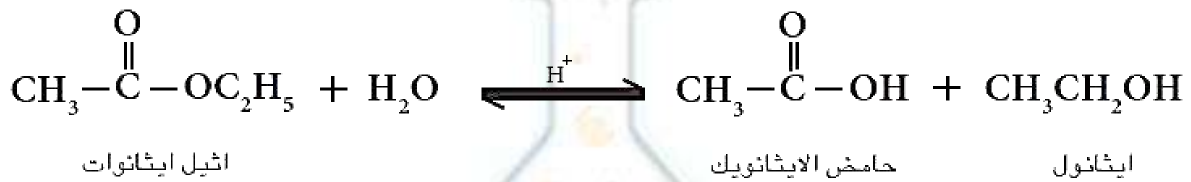
(4) تستخدم الاسترات كمذيبات عضوية جيدة لمواد عضوية اخرى

الخواص الكيميائية :

(أ) التحلل المائي في محيط حامضي وهو عكس تفاعل الاسترة

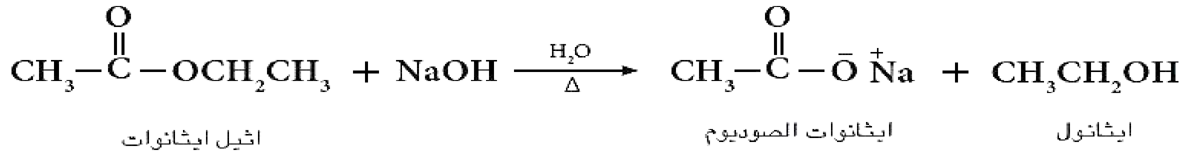


مثال / اكتب تفاعل التحلل المائي للاثيل ايثانوات في وسط حامضي (محيط حامضي)



(ب) التحلل المائي في وسط قاعدي لتكوين ملح الصوديوم للحامض العضوي مع كحول

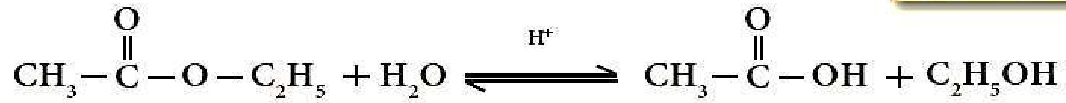
ملاحظة : يستعمل هذا التفاعل في تحضير الصابون لذلك يدعى بـ تفاعل الصوبنة ويستخدم للكشف عن الاسترات

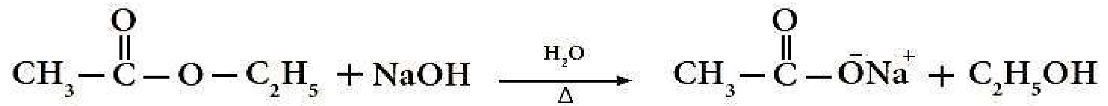


تمرين 7-28

اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات مرة في وسط حامضي واخرى في وسط قاعدي.

الحـــل





السؤال 7-3

اكتب المعادلات الكيميائية التي تمثل تحضير المركبات الآتية من المادة الاولية المذكورة واي مواد اخرى مناسبة

أ) 1 – بروبانول من 1 – كلورو بروبان.

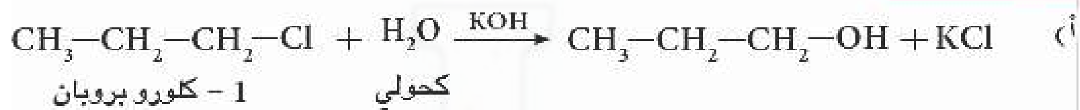
ب) الايثانول من الاثيلين.

ج) الايثانال من الايثانول.

د) ايثانوات الصوديوم من مثيل ايثانوات

الحـــل

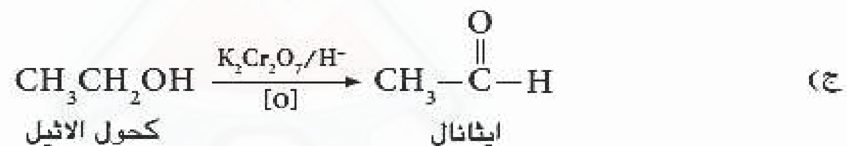
أ)



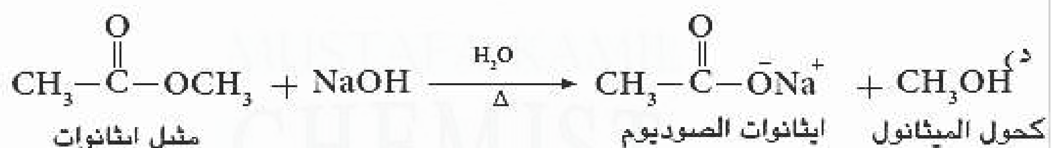
ب)



ج)



د)



سابعاً : الامينات : مركبات عضوية من مشتقات الامونيا NH_3 حيث تحل مجموعة الكيل R واحدة او اكثر محل ذرة هيدروجين او اكثر من الامونيا وتقسم على هذا الاساس الى :

(1) الامينات الاولية : (1°)

تنتج عن استبدال ذرة H واحدة

بمجموعة الكيل R واحدة في جزيئة الامونيا وصيغتها تصبح $R- NH_2$

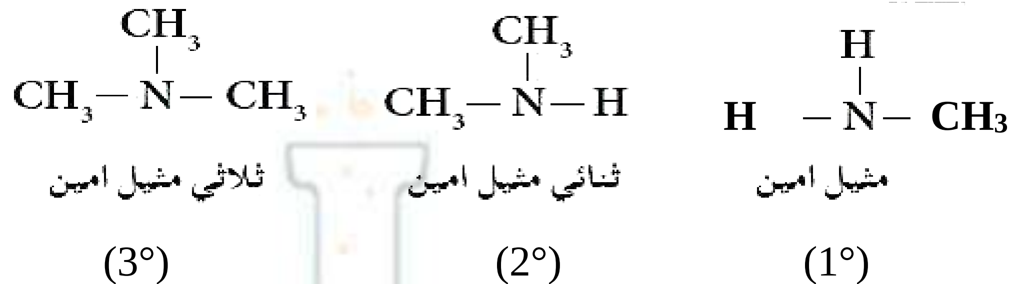
(2) الامينات الثانوية : (2°)

تنتج عن استبدال ذرتي هيدروجين بمجموعتي الكيل في الامونيا R – NH - R′

(3) الامينات بالثالثة : (3°)

تنتج عن استبدال ثلاث ذرات H^+ بثلاث مجاميع الكيل في الامونيا R – NH - R′

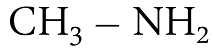
R″



تسمية الامينات :

(أ) الطريقة الشائعة : يتم تسمية مجموعة الالكيل ثم يتبعها كلمة امين

*اذا كانت اكثر من مجموعة الكيل ترتب حسب الابجدية

$CH_3\ NH\ CH_2\ CH_3$ $CH_3\ NH\ CH_3$ $CH_3 - NH_2$

اثيل مثيل امين ثنائي مثيل امين مثيل امين

(ب) التسمية حسب نظام الايوباك IUPAC

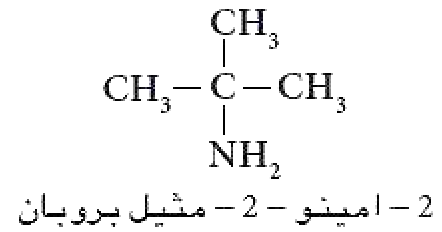
(1) يتم ترقيم السلسلة الكاربونية التي تحتوي ذرة الكاربون الحاملة لمجموعة الامين

NH_2 - ويجب ان ناخذ اصغر الارقام ومجموعة الامين تعتبر مجموعة معوضة (فرع)

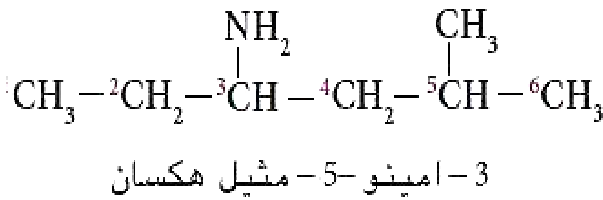
(2) تسمى مجموعة الامين (امينو)

(3) نتبع نفس الخطوات السابقة في تسمية المركبات العضوية

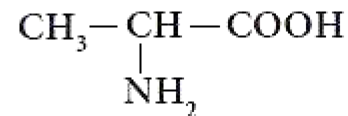
امثلة :



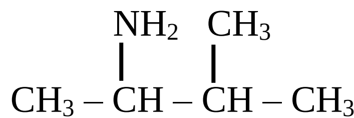
2 – امينو – 2 – مثيل بروبان



3 – امينو –5 – مثيل هكسان



حامض 2 – امينو البروبانويك



2 - امينو - 3 - مثيل بيوتان

تحضير الامينات :

(1) تفاعل الامونيا مع هاليدات الالكيل

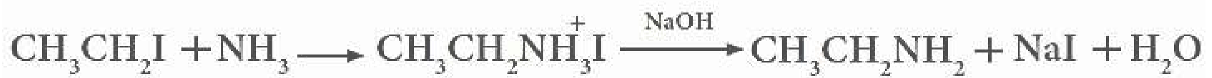
بتسخين هاليد الالكيل مع محلول الامونيا الكحولي

وفي هذه الطريقة ينتج امين (1°) (2°)(3°) ويصعب الفصل بينها لذلك سيتم تحضير الامينات الاولية فقط

تمرين 7-29

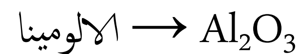
حضر اثيل امين من هاليد الكيل مناسب.

الحل


$$CH_3CH_2I + NH_3 \longrightarrow CH_3CH_2\overset{+}{N}H_3I \xrightarrow{NaOH} CH_3CH_2NH_2 + NaI + H_2O$$

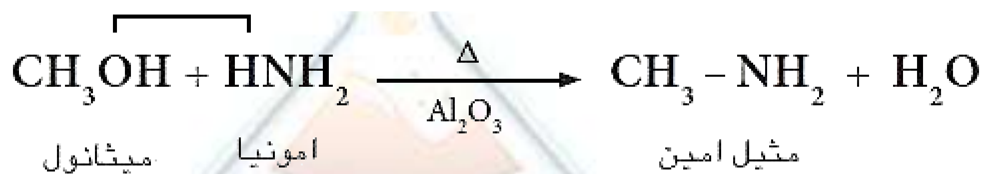
(ب) تفاعل الكحولات مع الامونيا :

من امرار بخار الكحول والامونيا على الالومينا الساخنة عند (400°C)


$Al_2O_3 \longrightarrow$ الالومينا

ينتج من الامينات (1° , 2° , 3°) ولكن عند استخدام كمية كبيرة من الامونيا يمكن الحصول على الامين الاولي كناتج رئيسي

مثال / باستخدام كحول مناسب حضر مثيل امين

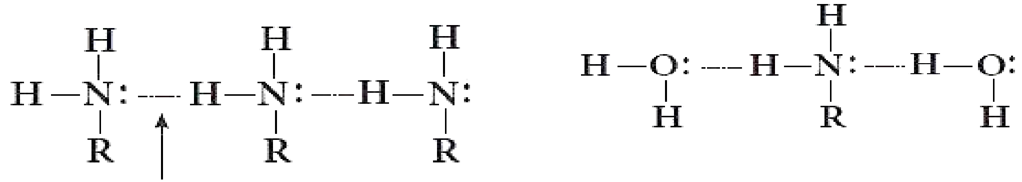

$$CH_3OH + HNH_2 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} CH_3-NH_2 + H_2O$$

الخواص الفيزيائية :

(1) الامينات ذات الكتل الواطئة لها رائحة تشبه رائحة الامونيا

(2) تكون على شكل غازات او سوائل في درجة حرارة الغرفة

(3) درجة غليانها اعلى من درجة غليان المركبات العضوية المقابلة لها الغير قطبية (لانها تستطيع تكوين اواصر هيدروجينية بين جزيئاتها



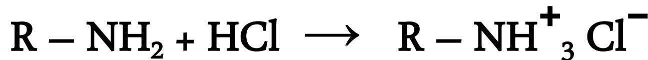
(4) تذوب في الماء بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء

(5) تذوب في بعض المذيبات العضوية مثل البنزين والايثر

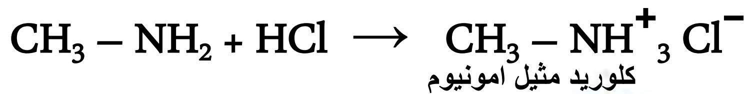
الخواص الكيميائية :

تعتبر الامينات قواعد لويس بسبب المزدوج الالكتروني غير المشترك (زوج حر)

(أ) التفاعل مع الحوامض مثل HCl



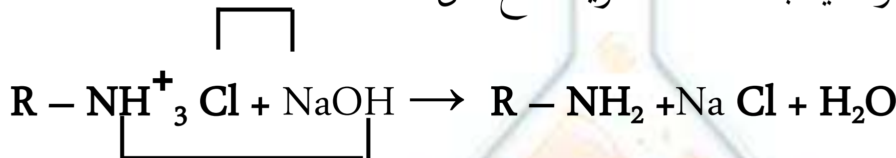
$$R - NH_2 + HCl \rightarrow R - NH_3^+ Cl^-$$



$$CH_3 - NH_2 + HCl \rightarrow CH_3 - NH_3^+ Cl^-$$

كلوريد مثيل امونيوم

*ويمكن استرجاع الامين مرة ثانية باضافة قاعدة قوية للملح مثل NaOH

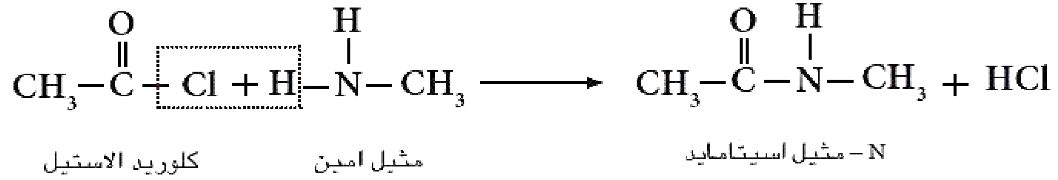


$$R - NH_3^+ Cl + NaOH \rightarrow R - NH_2 + Na Cl + H_2O$$

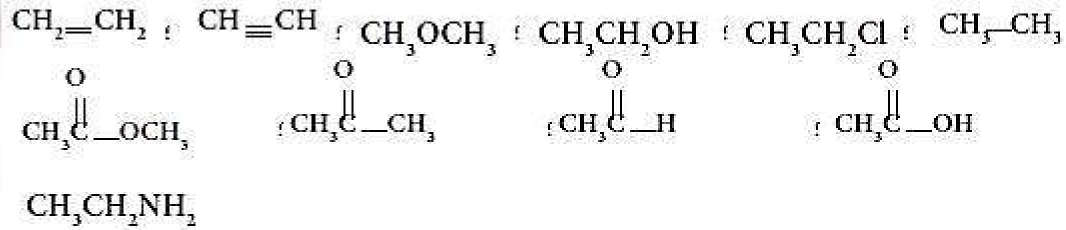
(ب) التفاعل مع كلوريد الحامض العضوي (الاسيلة) حيث تتكون الاميدات

(كلوريد الاستيل)

مثال / ما ناتج تفاعل كلوريد الاستيل مع مثيل امين



السؤال 7-1


نظم جدولاً يتضمن المعلومات الاتية حول كل من المركبات المبينة في ادناه ومنها العائلة التي ينتمي اليها المركب ، اسم المركب ، المجموعة الوظيفية .

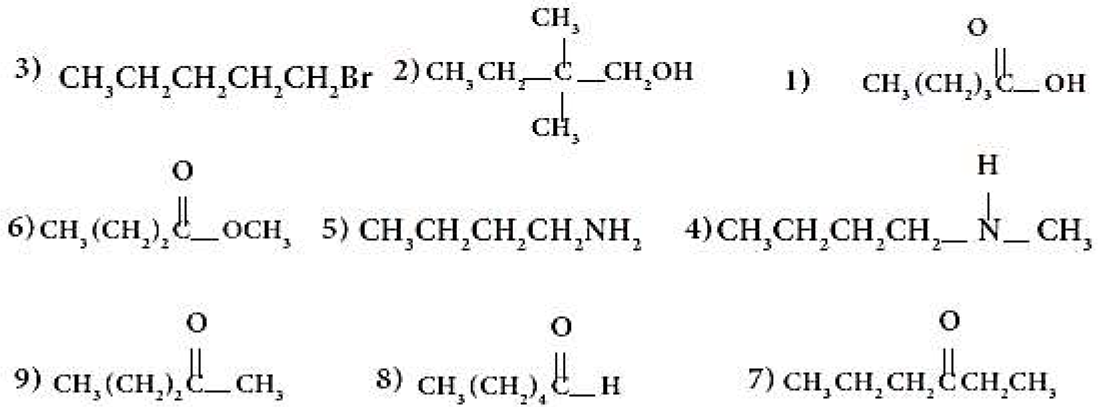
$CH_2=CH_2$ ، $CH\equiv CH$ ، CH_3OCH_3 ، CH_3CH_2OH ، CH_3CH_2Cl ، CH_3-CH_3
$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_3$ ، $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ ، $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ ، $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$
$CH_3CH_2NH_2$

الحـــــل

المركب	العائلة	اسم المركب	المجموعة الوظيفية
$CH_2=CH_2$	الكين	ايثين	الاصرة المزدوجة
$CH\equiv CH$	الكاين	ايثاين	الاصرة الثلاثية
CH_3OCH_3	ايثر	ميثوكسي ميثان	$C-O-C$
CH_3CH_2OH	كحول	الايثانول	$-OH$
CH_3CH_2Cl	هاليد الكيل	كلورو ايثان	$C-Cl$
CH_3-CH_3	الكانْ	ايثانْ	لا يوجد
$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_3$	استر	مثيل ايثانوات	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	الديهايد	ايثانال (اسيتالديهايد)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$	كيتون	بروبانون – 2 (اسيتون)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$	حامض كاربوكسيلي	حامض الايثانويك (حامض الخليك)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$
$CH_3CH_2NH_2$	امين	اثيل امين	$-NH_2$

السؤال 7-5

اعط اسماء المركبات العضوية الآتية وفقاً لنظام ايوباك؟



الحـــل

1) حامض البنتانْويك
2) 2،2 – ثنائي مثيل – 1 – بيوتانول
3) 1 – برومو بنتان
4) مثيل امين بيوتيل
5) 1 – امينو بيوتان
6) مثيل بيوتانوات
7) 3 – هكسانون
8) هكسانال
9) 2 – بنتانون

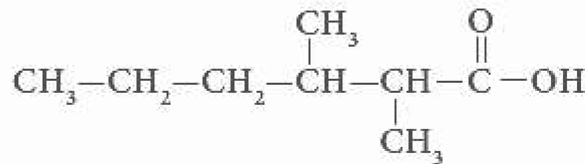


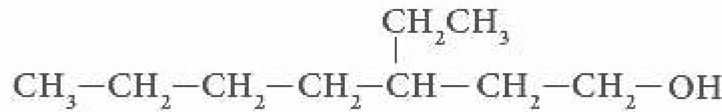
السؤال 7-6

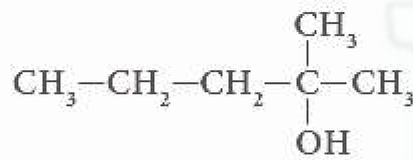
ما الصيغة البنائية للمركبات العضوية الاتية:

1) حامض 2،3 – ثنائي مثيل الهكسانويك
2) 3 – اثيل هبتانْول
3) 2 – مثيل – 2 – بنتانول
4) 3 – كلورو هكسان
5) ثنائي بيوتيل ايثر
6) بيوتيل بيوتانوات
7) 3 – مثيل – 4 – هبتانون
8) 3 – اثيل – 2 – امينوهكسان
9) 2 – امينو – 2 – مثيل بيوتان
10) حامض – 3 – مثيل بنتانويك

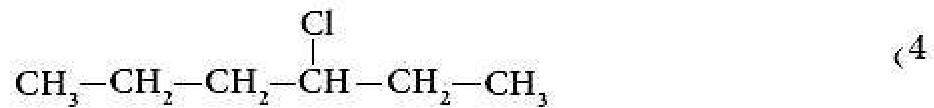
الحـــل

1)


2)


3)


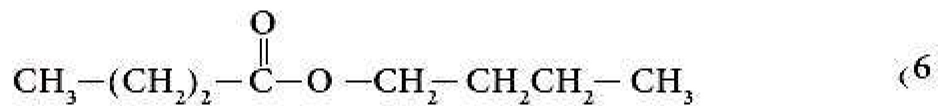
4)



5)



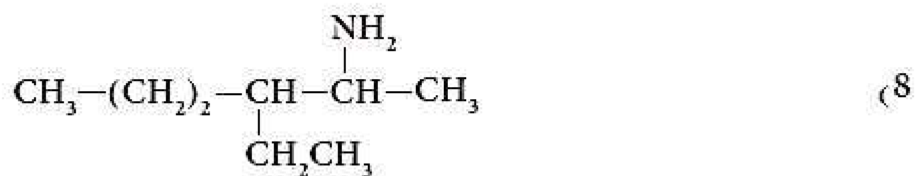
6)



7)



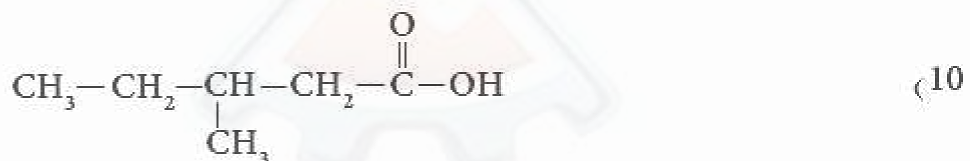
8)



9)



10)



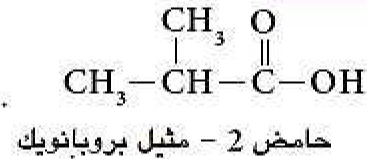
السؤال 7-7

اكتب بعض الصيغ البنائية المحتملة جميعها لكل من المركبات الاتية مع تبيانْ المجموعة الوظيفية فيها واكتب اسمائها حسب نظام ايوباك: C_4H_9OH C_2H_7N C_4H_8O $C_4H_8O_2$

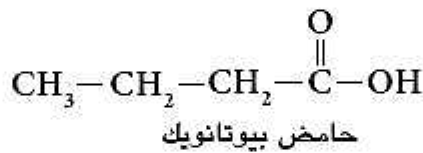
(معلومة: يمكن للطالب عند حل هذا السؤال الاستعانةْ بالمعلومات التي تعلمها في الفقرة (7 - 1).

الحـــل

$C_4H_8O_2$ حامض كاربوكسيلي او استر

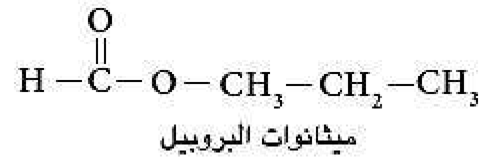


حامض 2 - مثيل بروبانويك

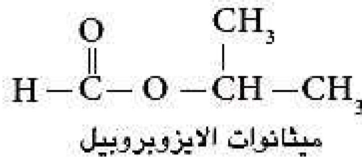


حامض بيوتانويك

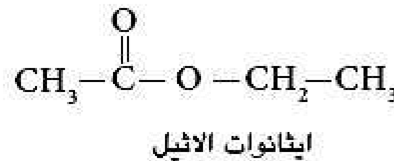
استر $C_4H_8O_2$



ميثانوات البروبيل



ميثانوات الايزوبروبيل

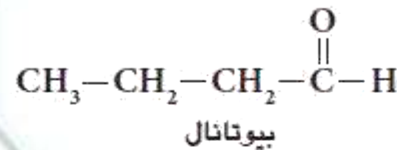


ايثانوات الاثيل

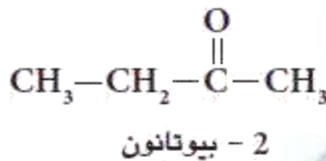
المجموعة الوظيفية



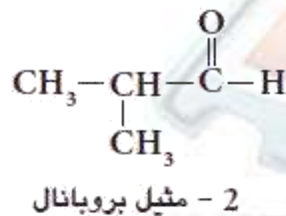
الديهايد او كيتون C_4H_8O



بيوتانال

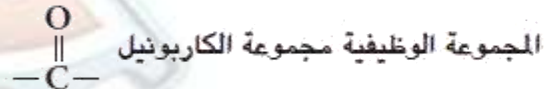


2 - بيوتانون

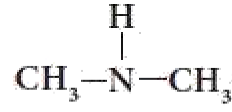


2 - مثيل بروبانال

المجموعة الوظيفية مجموعة الكاربونيل



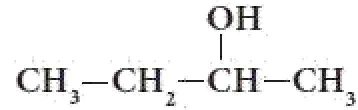
امين C_2H_7N


ثنائي مثيل امين

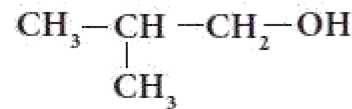

اثيل امين

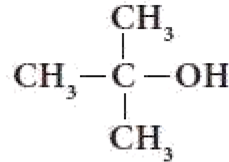
المجموعة الوظيفية NH_2

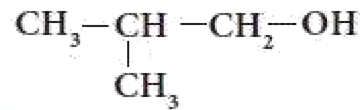
كحول C_4H_9OH

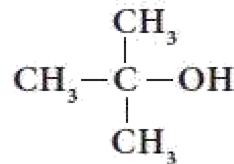

2 - بيوتانول


1 - بيوتانول


2 - مثيل - 1 - بروبانول


2 - مثيل - 2 - بروبانول


2 - مثيل - 1 - بروبانول


2 - مثيل - 2 - بروبانول

المجموعة و الوظيفية $-OH$

9-7 مركب عضوي قانونه العام $C_nH_{2n+2}O$ كتلته المولية $60g/moL$ لا يستجيب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد تماماً . اكتب الصيغة الجزيئية والتركيبية للمركب . ثم اذكر التفاعل مع تسمية النواتج وكتابة القانون العام والمجموعة الفعالة لكل ناتج.

السؤال 7–10

اختر الاجابة الصحيحة فيما يأتي:

1 – عند تسخين الايثانول CH_3CH_2OH مع حامض الكبريتيك المركز ينتج المركب العضوي:

أ) $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$　　ب) $CH_2=CH_2$　　ج) CH_3COOH　　د) CH_3-CH_3

2 – المركب الناتج من اكسدة المركب 2 – بروبانول باستخدام $K_2Cr_2O_7$ في وسط حامضي هو:

أ) بروبانال　　ب) بروبانون　　ج) بروبين　　د) حامض البروبانويك

3 – عند اختزال البروبانال بوساطة H_2 وبوجود Ni فأنْ المركب الناتج:

أ) حامض البروبانويك　　ب) 1 – بروبانول　　ج) 2 – بروبانول　　د) بروبانون

4 – الغاز الناتج من تفاعل فلز الصوديوم مع كحول الايثانول:

أ) CO_2　　ب) O_2　　ج) CO　　د) H_2

5 – عند اضافة ملغم (الزئبق – خارصين) الى الايثانال بوجود حامض HCl ينتج:

أ) كحول اولي　　ب) كحول ثانْوي　　ج) كحول ثالثي　　د) الكانْ

6 – الغاز الناتج من تفاعل حامض الايثانويك مع كاربونات الصوديوم الهيدروجينية هو:

أ) H_2　　ب) CO_2　　ج) O_2　　د) CO

7 – يستخدم كاشف لوكاس (اللامائي $HCl/ZnCl_2$) للتمييز بين:

أ) الكحولات الاولية والثانْوية والثالثية.

ب) الالديهايدات والكيتونات.

ج) الامينات الاولية والثانْوية.

8 – عدد الصيغ البنائية المحتملة للمركب $C_3H_6Br_2$ هو:

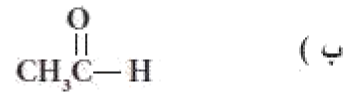
أ) 2　　ب) 3　　ج) 4　　د) 5

9 - تتكون المرآة الفضية نتيجة مفاعلة محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2OH$ لاحد المركبات الاتية وهو ما يدعى كاشف تولن .

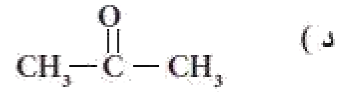
أ) كيتون ب) الديهايد ج) كحول ثالثي د) الكانْ

10 - اي من المركبات الاتية تتفاعل مع محلول فهلنك:

أ) 

ب) 

ج) 

د) 

11 - نوع التفاعل الذي يحول البروبانون الى 2 - بروبانول يسمى تفاعل:

أ) تأكسد ب) حذف ج) اختزال د) استبدال

الحـــــل

1 - (ب)	7 - (أ)
2 - (ب)	8 - (ج)
3 - (ب)	9 - (ب)
4 - (د)	10 - (ب)
5 - (د)	11 - ج
6 - (ب)	

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

السؤال 7–11

اكتب ممثلاً بالمعادلات تحضير حامض البيوتانويك، باستخدام كاشف كرينيارد وهاليد الكيل مناسب.

الحل

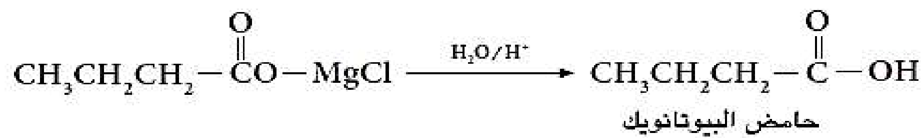
نختار 1 – كلورو بروبان لتحضير كاشف كرينيارد



$$CH_3CH_2CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2CH_2MgCl$$



$$CH_3CH_2CH_2MgCl + CO_2 \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}O-MgCl$$



$$CH_3CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}O-MgCl \xrightarrow{H_2O/H^+} CH_3CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

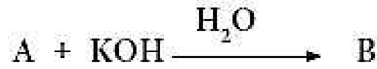
حامض البيوتانويك

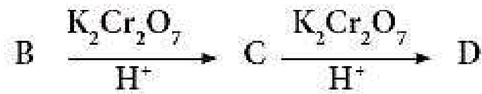


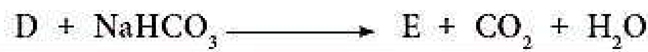
السؤال 7-12

فيما يأتي سلسلة من التفاعلات التي تبدأ بالايثين $CH_2{=}CH_2$ ، اكتب الصيغ البنائية لكل من النواتج العضوية بدءاً من A الى E :

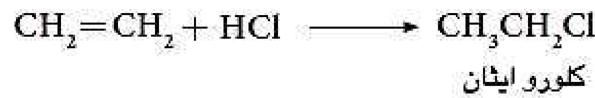


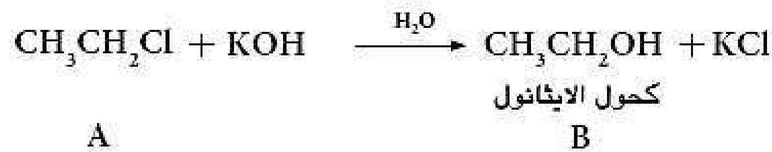


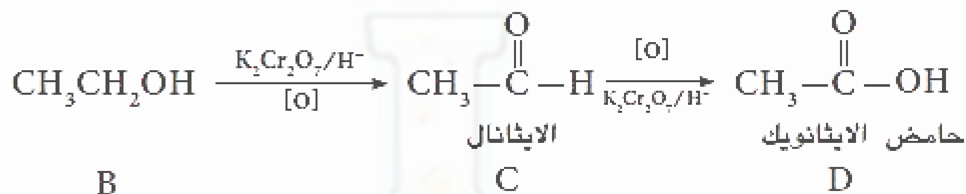


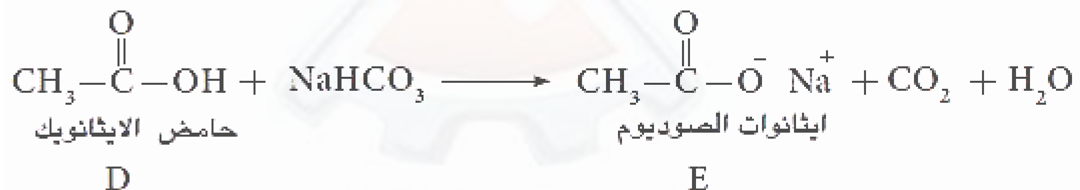


الحـــل









السؤال 7-13

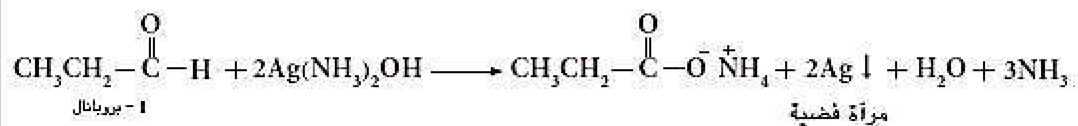
كيف تميز مختبرياً بين كل زوج من المركبات الاتية:

1) بروبانال و بروبانون
3 بيوتانال و حامض البيوتانويك
5 الايثانول و حامض الايثانويك
2 1 - بنتانول و بنتان
4 2 - مثيل - 2 - بروبانول و 1 - بروبانول
6) اثيل امين و الايثانْ

الحــــل

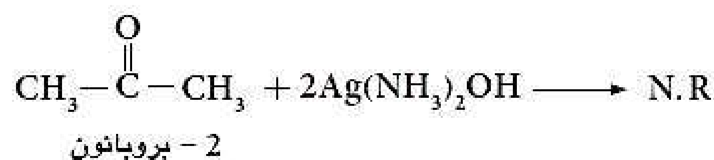
1) بروبانال و 2 - بروبانون

نستخدم كاشف تولن (هيدروكسيد الفضة الامونياكي) للتمييز بينهما حيث يتفاعل 1 - بروبانال لكونه الديهايد يحوي هيدروجين حامضية فيكون مرآة الفضة ، اما البروبانون فهو كيتون لا يعطي هذا الكشف



$$CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\bar{O}\overset{+}{N}H_4 + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

1 - بروبانال — مرآة فضية

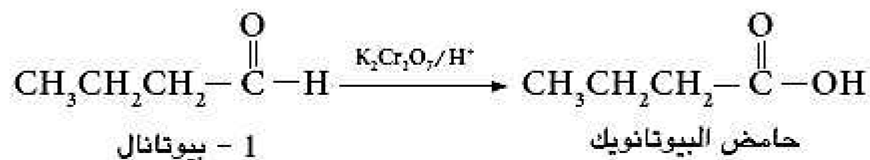


$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow N.R$$

2 - بروبانون

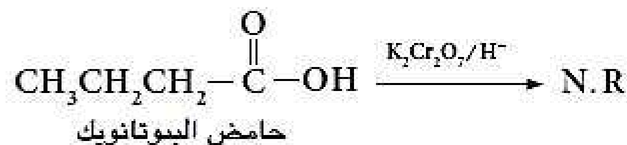
3 بيوتانال وحامض البيوتانويك

البيوتانال الديهايد يمكن اكسدته الى الحامض البيوتانويك اما الحامض فلا



$$CH_3CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

1 - بيوتانال — حامض البيوتانويك



$$CH_3CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^-} N.R$$

حامض البيوتانويك

5 الايثانول وحامض الايثانويك

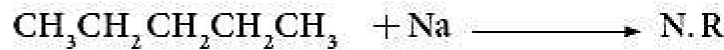
بالاكسدة حيث الكحول يتـأكسد والحامض لا يتاكسد

2 1 - بنتانول وبنتانْ

أنْ 1 - بنتانول كحول، والكحولات تتفاعل مع الفلزات مثل Na فتعطي الكوكسيدات وتحرر غاز H_2 بشكل فقاعات لكن البنتانْ وهو الكانْ يكون غير فعال فلا يتفاعل ولا يحرر غاز الهيدروجين .



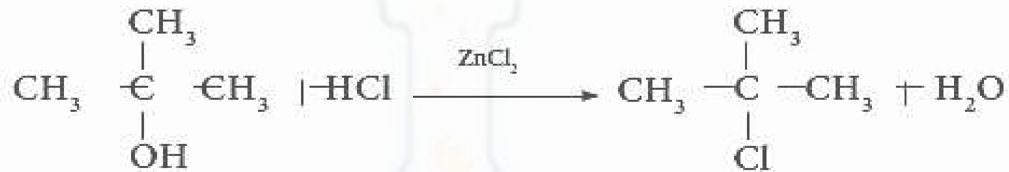
$$2CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH + 2Na \longrightarrow 2\,CH_3(CH_2)_4-\bar{O}\,Na^+ + H_2\uparrow$$



$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3 + Na \longrightarrow N.R$$

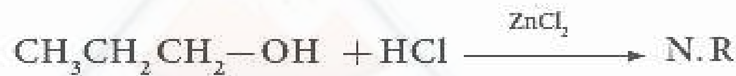
4 2 - مثيل - 2 -بروبانول و 1 - بروبانول

أنْ المركب 2 - مثيل - 2 - بروبانول عبارة عن كحول ثالثي يتفاعل مع كاشف لوكاس ليعطي طبقة من هاليد الالكيل بعد مرور 2 - 5 دقائق. اما 1 - بروبانول فهو كحول اولي لا يتفاعل مع كاشف لوكاس في الظروف الاعتيادية.



$$CH_3-\underset{OH}{\overset{CH_3}{C}}-CH_3 + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3-\underset{Cl}{\overset{CH_3}{C}}-CH_3 + H_2O$$

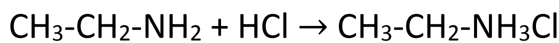
2 - مثيل - 2 - بروبانول



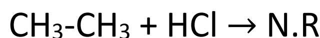
$$CH_3CH_2CH_2-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} N.R$$

1 - بروبانول

6 -



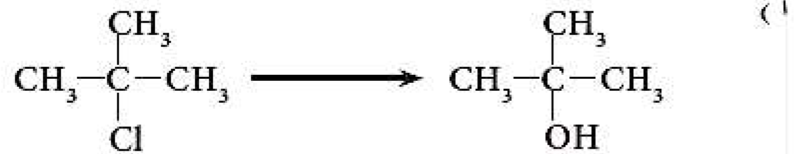
$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + HCl \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_3Cl$$

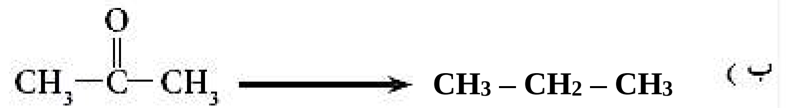


$$CH_3\text{-}CH_3 + HCl \rightarrow N.R$$

السؤال 7-14

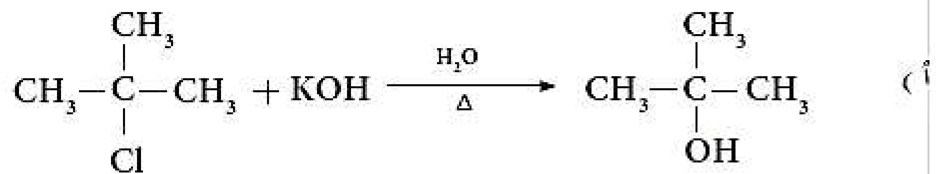
وضح بمعادلات كيميائية، كيف تحدث التحولات الاتية:

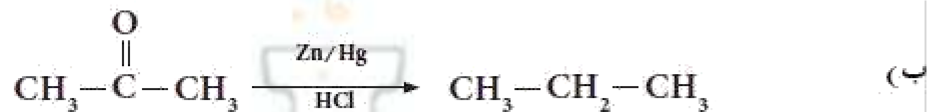
أ)


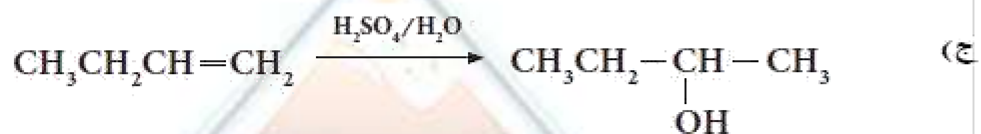
ب)


ج)


الحل

أ)


ب)


ج)


السؤال 7-17

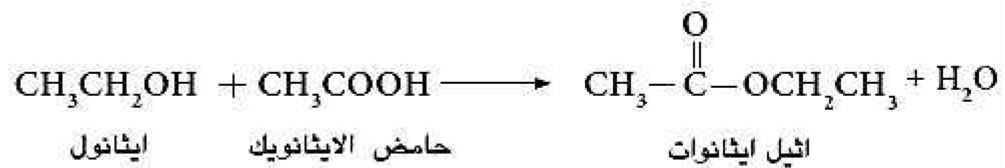
يتفاعل اثنانْ من المركبات الواردة ادناه في وسط حامضي، لينتج مركب له رائحة مقبولة وصيغته $C_4H_8O_2$، حدد المركبين، ومثل التفاعل الحاصل بينهما بمعادلة كيميائية.



CH_3CH_3 ، CH_3CH_2OH ، CH_3CHO ، CH_3COOH ، $CH_3CH_2OCH_3$

الحل

يتفاعل CH_3CH_2OH وهو كحول مع CH_3COOH وهو حامض لينتج استر كما في المعادلة الاتية:



$$CH_3CH_2OH + CH_3COOH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-OCH_2CH_3 + H_2O$$



السؤال 7-18

اكتب معادلات كيميائية تبين تحضير المواد الاتية، مبتدأً من الايثانول وأي مواد غير عضوية او عضوية مناسبة.

أ) حامض الايثانويك CH_3COOH

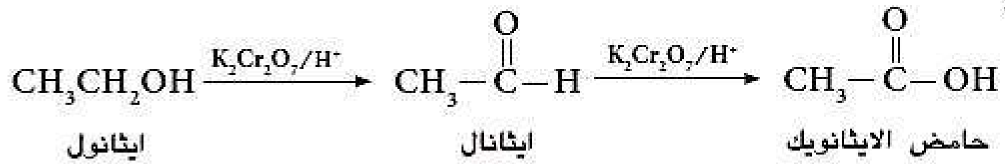
ب) اثيل ايثانوات $CH_3COOCH_2CH_3$

ج) كلورو ايثان CH_3CH_2Cl

د) اثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3CH_2MgCl

الحل

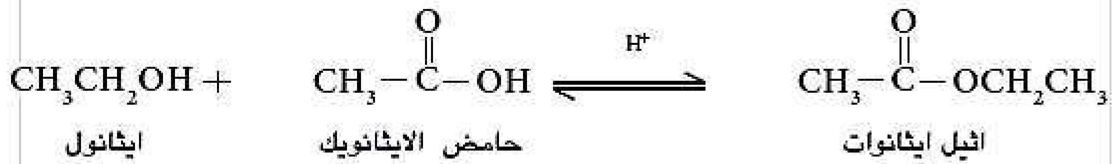
أ)



$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

ايثانول ايثانال حامض الايثانويك

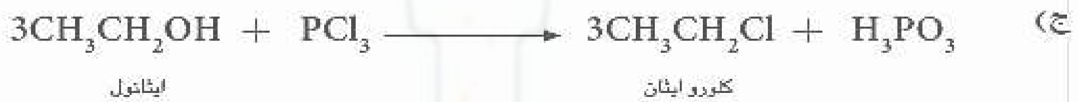
ب)



$$CH_3CH_2OH + CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_3$$

ايثانول حامض الايثانويك اثيل ايثانوات

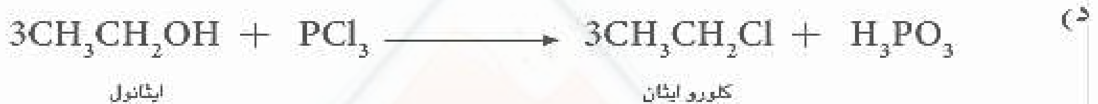
ج)



$$3CH_3CH_2OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3CH_2Cl + H_3PO_3$$

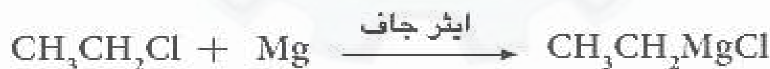
ايثانول كلورو ايثان

د)



$$3CH_3CH_2OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3CH_2Cl + H_3PO_3$$

ايثانول كلورو ايثان



$$CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2MgCl$$

السؤال 7-19

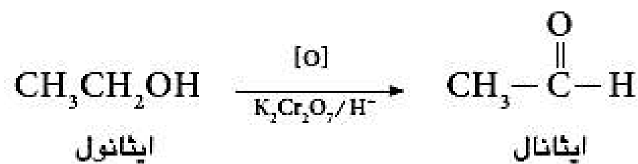
مبتدأً من الاثيلين $CH_2 = CH_2$ بين بالمعادلات تحضير كل من:

أ) الايثانال　ب) اثيل كلوريد المغنيسيوم　ج) اثيل هكسانوات

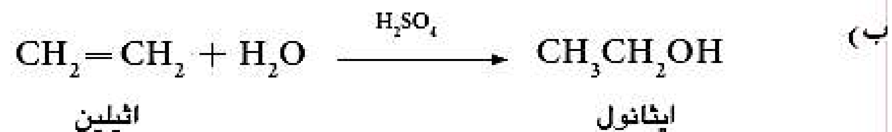
الحل

أ)





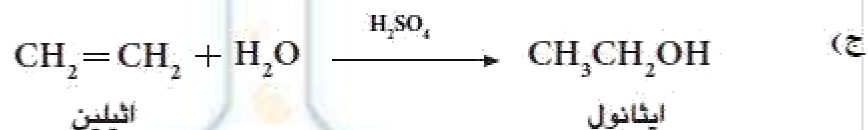
ب)

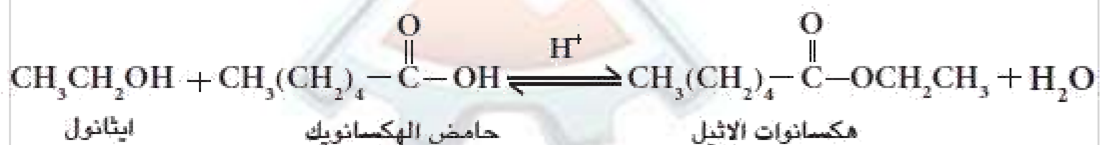






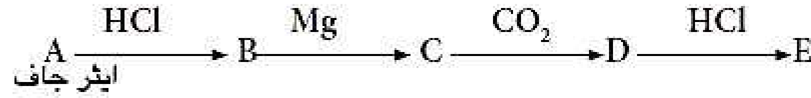
ج)



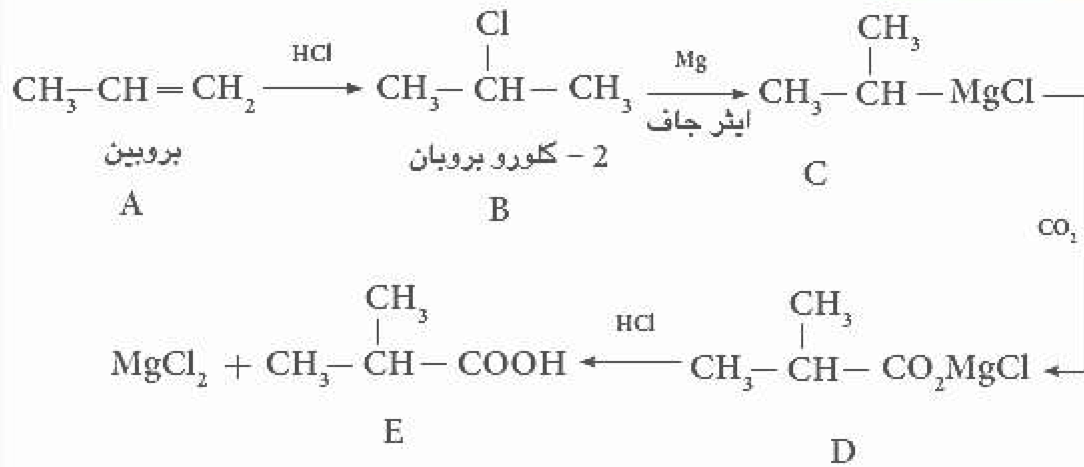


السؤال 7-20

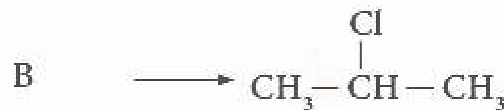
استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية E , D , C , B , A في مخطط التفاعلات الآتية إذا علمت أنْ اي مركب عضوي يحوي على ثلاث ذرات كاربون :

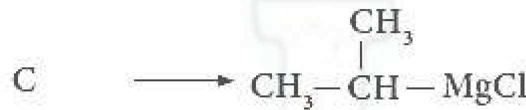


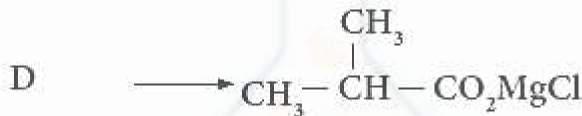
الحــل

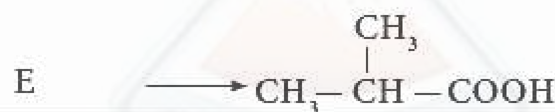


A


B


C


D


E


21-7 عبر بصيغ تركيبية وبالمعادلات الكيميائية لكل من :
1) التحلل المائي للبروبين بوجود حامض الكبريتيك ثم اكسدة الناتج .
2) مبتدئاً بالايثانال وما تحتاج اليه حضر الايثان وكذلك اثيل الامين.

المفاهيم الاساسية

الكيمياء العضوية Organic Chemistry

هي احد فروع علم الكيمياء الذي يهتم بدراسة خواص وتركيب وتفاعلات الانواع المختلفة للمركبات التي يكون فيها عنصر الكاربون اساسياً في تكوينها اضافة الى عناصر اخرى.

الهيدروكاربونات Hydrocarbons

هي ابسط المركبات العضوية، اذ تحتوي على عنصري الكاربون والهيدروجين فقط، حيث ترتبط ذرات الكاربون فيما بينها بأواصر تساهمية مفردة وتسمى هيدروكاربونات مشبعة كالالكانات او هيدروكاربونات غير مشبعة ترتبط فيها ذرات الكاربون بأواصر تساهمية مزدوجة كالالكينات او ثلاثية كالالكاينات، ومنها الاروماتي كالبنزين ومشتقاته.

الايزومرات Isomers

مركبات عضوية مختلفة من ناحية الصيغة البنائية اي التركيبية ومختلفة في خواصها الفيزيائية والكيميائية ولكنها تشترك بصيغة جزيئية واحدة.

المجموعة الوظيفية Functional Group

هي ذرة او مجموعة ذرات ترتبط بذرة الكاربون في المركبات العضوية او هي اصرة ثنائية او ثلاثية بين ذرتي كاربون. فتكتسب هذه المركبات صفات كيميائية وفيزيائية متماثلة تميزها عن غيرها من المركبات العضوية.

هاليدات الالكيل Alkyl Halides

مركبات عضوية ترتبط مجموعة الالكيل (R-) فيها بذرة هالوجين (X-) وتعتبر من مشتقات الالكانات لانه تم استبدال ذرة هيدروجين في الالكان بذرة هالوجين صيغتها العامة R-X وقانونها العام $C_nH_{2n+1}X$ والمجموعة الفعالة (الوظيفية) فيها C-X .

MUSTAFA KAMIL CHEMIST

قاعدة ماركوفينيكوف Markovnikov Rule

عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن الايون الموجب (ايون الهيدروجين) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً اما الايون السالب فيضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاقل من ذرات الهيدروجين.

كاشف الكتروفيلي Electrophyl Reagent

كواشف باحثة عن الالكترونات وهي الذرات او الجزيئات او الايونات التي تستطيع استيعاب زوج واحد من الالكترونات لأنها تمتلك اوربيتال فارغ وتمثل حوامض لويس مثل ايون الكاربونيوم R^+ و X^+ و NO_2^+ ومجموعة الكاربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ وكلوريد الالمنيوم $AlCl_3$

كاشف نيوكليوفيلي Nucluphyl Reagent

كواشف باحثة عن النواة وهي الذرات او الجزيئات او الايونات التي تستطيع هبة زوج من الالكترونات حيث انها غنية بالالكترونات والمشاركة فيها وتمثل قواعد لويس ومنها H^- و X^- و OH^- وايون الكاربانيون R^- والاصرة المزدوجة والثلاثية والامونيا NH_3

الكحولات

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة بذرة الكاربون المشبعة صيغتها العامة $R-OH$ وقانونها العام $C_nH_{2n+2}O$ والمجموعة الفعالة فيها $C-OH$.

الايثرات

مركبات عضوية تحتوي على ذرة اوكسجين مرتبطة بمجموعتين الكيل صيغتها العامـــة $R-O-R$ وقانونها العام $C_nH_{2n+2}O$ والمجموعة الفعالة فيها $C-O-C$.



الالديهايدات

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكاربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ مرتبطة باحد طرفيها بذرة هيدروجين والطرف الاخر بمجموعة الكيل او ذرة هيدروجين. صيغتها العامة $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ وقانونها العام $C_nH_{2n}O$ والمجموعة الفعالة فيها هي مجموعة الكاربونيل.

الكيتونات

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكاربونيل مرتبطة بطرفيها بمجموعتين الكيل صيغتها العامة $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R$ وقانونها العام $C_nH_{2n}O$ والمجموعة الفعالة فيها هي مجموعة الكاربونيل.

الحوامض الكاربوكسيلية

مركبات عضوية المجموعة الفعالة فيها مجموعة الكاربوكسيل COOH- صيغتها العامة R-COOH وقانونها العام $C_nH_{2n}O_2$

الاسترات

مركبات عضوية مشتقة من الحوامض الكاربوكسيلية تشترك معها بوجود مجموعة الكاربوكسيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$ ولكن يكمن الاختلاف بينهما في الجزء المرتبط بذرة الاوكسجين ففي الحوامض العضوية ترتبط بذرة هيدروجين وفي الاسترات بمجموعة الكيل R- صيغتها العامة $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R$ وقانونها العام $C_nH_{2n}O_2$

الامينات

مركبات عضوية تعتبر من مشتقات الامونيا حيث تحل مجموعة الكيل واحدة او اكثر محل ذرة هيدروجين او اكثر من الامونيا وتقسم على هذا الاساس الى امينات اولية RNH_2 وثانوية R_2NH وثالثية R_3N صيغتها العامة $R-NH_2$ وقانونها العام $C_nH_{2n+3}N$

الفصل الثامن

الكيمياء الحياتية : هي فرع من افروع علم الكيمياء الذي تهتم بدراسة التغيرات الكيميائية التي تحدث في جسم الانسان والكائنات الحية

الكاربوهيدرات :

هي مركبات تحتوي على (c , o , H) وتكون نسبة الاوكسجين فيها مرتفعة صيغتها العامة $C_n(H_2O)_n$

علل / لماذا سميت بالكاربوهيدرات ؟

ج / اشتقت الاسم من كاربون + ماء حيث ماء هو (Hydrate) ولان هذه المركبات تتكون اساسا من ارتباط الكاربون مع جزيئات ماء الذرات المكونة بجزيئات الماء

س / ماهي اقسام الكاربوهيدرات ؟

ج / 1ـ كاربوهيدرات معقدة . مثل النشا والسليلوز

2ـ كاربوهيدرات بسيطة مثل السكريات الاحادية والثنائية

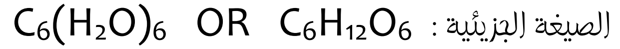
وتكون اصناف الكربوهيدرات :

1ـ السكريات احادية التسكر (سكريات احادية) :

هي ابسط انواع الكاربوهيدرات مثل الكلوكوز والفركتوز

أ ـ سكر الكلوكوز (سكر العنب) :

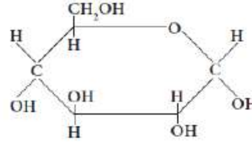
عبارة عن بلورات صلبة لها درجة غليان عالية

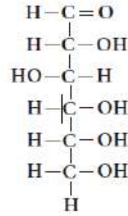
الصيغة الجزيئية : 
$C_6H_{12}O_6$ OR $C_6(H_2O)_6$

الصيغة البنائية

1ـ المفتوحة : عبارة عن الديهايد يحتوي على عدد من مجاميع الهيدروكسيل

2ـ المغلقة (حلقي) : عبارة عن إيثر حلقي يحوي على عدد من مجاميع الهيدروكسيل





صيغة مغلقة صيغة مفتوحة

الخواص الفيزيائية للكلوكوز :

1ـ عبارة عن بلورات صلبة له درجة غليان عالية

2ـ يذوب جيداً في الماء

3ـ يحتوي لى مجاميع هيدروكسيل وذرات هيدروجين حيث يتسبب ذلك بتكون قطبية عالية للجزيئة والتي تكون اواصر هيدروجينية بين جزيئات الكلوكوز نفسها

4ـ يكون اواصر هيدروجينية مع الماء مما يؤدي الى ذوبانه بشدة في الماء

الخواص الكيميائية للكلوكوز :

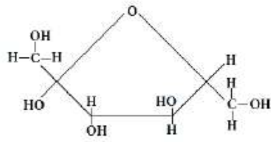
له صفات كيميائية تشبه صفات الكحولات والديهايدات لذا هو يتاكسد بالتفاعل مع محلول تولن فهلنك

ب ـ سكر الفركتوز (سكر الفواكهه) :

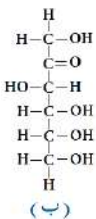
من السكريات احادية التسكر يوجد في العسل ومعظم الفواكه صيغته الجزئية :


$C_6H_2O_6$ OR $C_6(H_2O)_6$

صيغته البنائية أ – مغلقة ب – مفتوحة



(أ)



(ب)

الخواص الفيزيائية للفركتوز :

وهي تشبه الخواص الفيزيائية للكلوكوز بسبب تشابه التراكيب البنائية لهما فكلاهما يحوي مجاميع هيدروكسيل

(-OH) ومجاميع كاربونية (- C = o) في الصيغة البنائية المفتوحة

ومجموعة (-OH) ومجموعة (- C – O - C -) في الصيغة المغلقة حيث

تجعل الفركتوز له درجة غليان مرتفعة ويذوب بشدة في الماء

الخواص الكيميائية للفركتوز :

1ـ يشابه تفاعلات الكحولات والكيتونات لاحتوائه على مجاميع هيدروكسيل وكاربونيل كيتونية

2ـ من السكريات المختزلة رغم انه كيتوناً حيث يتاكسد بواسطة كاشف تولن او فهلنك

2Q / أ ـ علل : يعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة

ج / النقاط اعلاه (خواص الفركتوز الكيميائية)

2 ـ الكاربوهيدرات ثنائية التسكر :

حيث تتكون من ارتباط جزيئتين من السكر الاحادي متماثلين او مختلفين بعد فقدان جزيء ماء مثل السكروز (سكر القصب)

السكروز (سكر القصب) :

من الكاربوهيدرات ثنائية التسكر يستخلص من نبات القصب صيغته الجزئية $C_{12}H_{22}O_{11}$ وتتكون جزيئة السكروز من جزيئة كلوكوز وجزيئة فركتوز مرتبطين ببعضهما باصرة كلايكوسيدية

3ـ كاربوهيدرات متعددة التسكر :

تعد بوليمرات للسكريات الاحادية مثل النشا والسليلوز

أ ـ النشا : هي مادة كاربوهيدراتية ضخمة يتكون هيكلها من وحدات صغيرة من الكلوكوز أي انه

بوليمر يمثل الكلوكوز الوحدة الاساسية في بنائه حيث يتم ترابطها من خلال فك الاصرة الثنائية في الكاربونيل (-C(=O)-) وتكوين بوليمر من جزيئات الكلوكوز

وتسمى الاغذية التي تحتوي هذا النوع من السكريات بالنشويات

ب ـ السليلوز : ويعد من الكاربوهيدرات متعددة التسكر ويتكون من بوليمر ضخم للكلوكوز ويختلف عن النشا في الشكل والخواص بسبب الاختلاف في عدد وحدات الكلوكوز المكونه لكل منهما واختلاف الترابط فيهما وتعتبر الياف المواد الخشبية وقشور بعض الثمار مثل قشور التمر المصدر لرئيسي له

س / كيف يمكن تفكيك جزيئات النشا والسليلوز الى مكوناتها من الكلوكوز

ج / وذلك بتفاعلها مع محاليل الحوامض او بتاثير بعض الانزيمات

س / كيف يتم الكشف عن النشا ؟

ج / باضافة قطرات من محلول النشا المائي الى محلول اليود الموجود في يوديد البوتاسيوم فيتكون محلول معقد ذو لون ازرق دلالة على وجود النشا

3Q / اشتبه عليك محلولان احدهما نشا والاخر كلوكوز فكيف يمكنك التمييز بينهما في المختبر ؟ الجواب اعلاه

البروتينات

تحتوي جميع جزيئات البروتين على عنصر الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنيتروجين واحيانا تحتوي على الكبريت والفسفور وتتكون البروتينات من ارتباط اعداد كبيرة من الاحماض الامينية التي ترتبط مع بعضها بعد فقدان جزيئة ماء بالاواصر الاميدية (الببتيدية) ويكون احد طرفي جزيئة البروتين مجموعة كاربوكسيل والطرف الاخر (امين) ومابينهما عدد من المجاميع الاميدية

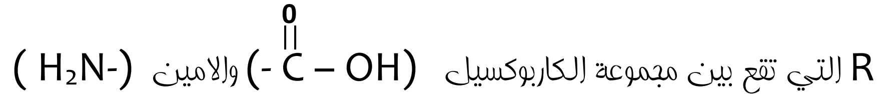
x المصدر الاساسي للبروتينات هو الاجسام الحية

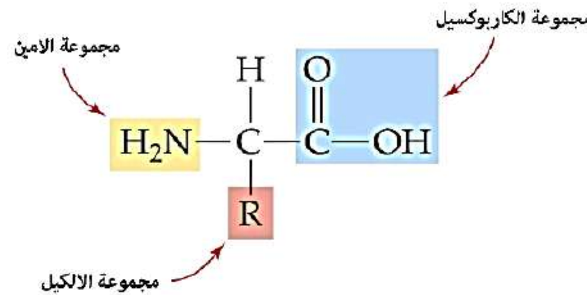
x اصل كلمة بروتين يوناني حيث Pro يعني الاول ومقطه teins يعني الاساس

x لها اهمية كبيرة في بناء انسجة المخلوقات الحية

الاحماض الامينية :

هي الوحدة الاساسية لبناء البروتين صيغتها العامة وتختلف الاحماض الامينية فيما بينها في مجموعة الالكيل


R التي تقع بين مجموعة الكاربوكسيل $(-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH)$ والامين (H_2N-)



x المجموعتان الوظيفيتان هما مجموعة الكاربوكسيل ومجموعة الامين المرتبطة بذرة الكربون المجاورة لمجموعة الكاربوكسيل

x ان الاثر الكيميائي لكل مجموعة على صفات الحامض الاميني هي

أ ـ مجموعة الكاربوكسيل لها صفات حامضية

ب ـ مجموعة الامين لها صفات قاعدية أي انه يسلك سلوك امفوتيري

علل / البروتينات مواد امفوتيرية ؟ (2Q / ب)

تكوين البروتين : يتكون البروتين من ارتباط اعداد كبيرة من الاحماض الامينية (وحدات صغيرة) بعد فقدان جزيئة ماء لكل نقطة ارتباط باواصر تدعي الاواصر الاميدية (الببتيدية) وتكوين سلسلة طويلة (بوليمر) لها كتلة مولية كبيرة تتراوح بين 40,000 الى 40,000,000

xاحد طرفي البروتين يكون عبارة عن مجموعة كاربوكسيل والطرف الاخر مجموعة امين وبينهما عدد من الاواصر الاميدية

التفاعلات الاساسية للبروتينات

1ـ تجزئة البروتين الى اجزاء صغيرة مكونه من واحدة او اكثر من الاحماض الامينية وهذا يحصل للبروتينات في خلايا اجسام الكائنات الحية

2ـ يمكن تجزئة البروتين في المختبر الى احماض الامينية المكونه لها بتفاعله مع حوامض غير عضوية مثل HCl الذي يقوم بفك الاصرة الاميدية (مثلما يحصل في المعدة)

3ـ يمكن تجزئة البروتين الى املاح الاحماض الامينية بتفاعله مع القواعد الغير عضوية مثل NaoH

xتقوم البروتينات بوظائف اساسية في خلايا الاجسام الحية .

وتعتمد هذه الوظائف على الشكل العام لجزيئات البروتين فالبروتينات تدخل في تركيب الانزيمات والهرمونات وفي هيموكلوبين الدموان أي تاثير يغير الشكل العام للبروتين في هذه المواد يعطلها عن عملها وبالتالي يؤثر ذلك على حياة الكائن الحي

xبالرغم من التشابه الكبير في التركيب الكيميائي للبروتينات المختلفة ولكن بسبب كبر حجمها تتخذ اشكالاًمختلفة عن بعض وهذا يؤدي الى اختلاف في وظيفتها وصفاتها الطبيعية فلها شكل خيطي (ليفي) كما في الشعر والصوف او شكل كروي كما في البيض

الانزيمات :

صنف من اصناف البروتينات موجودة في جميع خلايا الجسم كعوامل مساعدة عضوية للتقليل من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل عنه بدون انزيم وتتكون داخل جسم الكائن الحي وتتجدد باستمرار وتعمل بصورة مستقلة ولها فاعلية في عملية الهضم والتمثيل الغذائي

وظيفتها :

تعمل كعوامل مساعدة للتقليل من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل بدون انزيم (تقليل طاقة التنشيط)

صفاتها :

1ـ شديدة الحساسية وتتلف بالحرارة

2ـ تعمل ضمن نطاقه معين من الـــ pH

3ـ تفقد فعاليتها بمرور الزمن اثناء التفاعلات الحيوية

علل / تتكون الانزيمات داخل الجسم الحي وتتجدد باستمرار ؟ الجواب صفاتها اعلاه

انواع الانزيمات

1ـ الانزيمات الداخلية :

تعمل داخل الخلية نفسها وليس لها القابلية على التنافذ خلال غشاء معين مثل الانزيمات التاكسدية

2ـ الانزيمات الخارجية

ويكون عملها خارج الخلية بعد افرازها من الانسجة مثل الانزيمات الهاضمة

الدهون : اللبيدات

هي المادة الاساسية التي يخزنها الجسم للحصول على الطاقة عند الحاجة حيث ان هضمها واكسدتها يؤدي الى تحرير كميات من الطاقة وتوجد في الشحوم الحيوانية وتتركز في الزيوت النباتية كبذور القطن والسمسم

تركيبها الكيميائي :

الدهون عبارة عن استر ثلاثي للكليسرول مع الحوامض الشحمية

خواصها :

1ـ تمثل اغذية الطاقة الكامنة في جسم الكائن الحي 2ـ لا تذوب في المذيبات القطبية 3ـ تذوب في المذيبات العضوية كالايثر 4ـ لها ملمس دهني كالماء 5ـ الشحوم الحيوانية صلبة في درجة حرارة الغرفة اما الزيوت فتكون سائلة

الصابون :

مركبات عضوية لملح الصوديوم او البوتاسيوم للحامض الدهني ويتكون الصابون من عملية الصوبنة من تفاعل القواعد القوية مثل NaOH او KOH مع الزيوت والدهون وعمل الصابون يتوقف على نوع الزيت او الدهن المستخدم ونوع القاعدة المستخدمة

وجودة الصابون تتوقف على نوعية الدهون المستخدمة

تحضير الصابون :

من اضافة قاعدة قوية NaOH او KOH الى الزيت او الدهن ثم يضاف محلول ملح كلوريد الصوديوم NaCl فتتصلب مادة على شكل طبقة سميكة وتتم ترشيحها من خلال قطعة قماش لينتج الصابون بعد غسله بالماء البارد لازالة بقايا الملح

س / على ماذا يتوقف عمل الصابون ؟

ج / تتوقف على نوع الدهون المستخدمة والقاعدة

علل / لا يستخدم الكالسيوم والمغنسيوم بديلاً عن الصوديوم والبوتاسيوم في صناعة الصابون

ج / لان ايونات Ca^{+2} و Mg^{+2} من مسببات العسرة في الماء فلا يرغو الصابون في الماء عند وجود ايونات Ca^{+2} و Mg^{+2}

اسئلة الفصل الثامن

1-8 اختر الاجابة الصحيحة مما يلي :

1 – اي المواد التالية ليس مصدرها بروتيناً :

أ – جزيء مركب يحتوي على الكاربون والاوكسجين والهيدروجين والكبريت .

ب – جزيء مركب يحتوي على الكاربون والهيدروجين والنتروجين .

ج – مركب يتفاعل مع الحوامض والقواعد .

2 – يتكون جزيء السكروز من وحدات صغيرة هي :

أ – كلوكوز ب – فركتوز ج – كلوكوز وفركتوز .

3 – اي من العناصر التالية لا يوجد في الحوامض الامينية :

أ – النتروجين ب – الفسفور ج – الاوكسجين د – الكاربون

4 – اي من البوليمرات التالية تُعدُّ الحوامض الدهنية الوحدة البنائية (المونمر) لها :

أ – البروتينات ب – الكاربوهيدرات ج – اللبيدات (الدهون)

2-8 علل ما يلي :

أ – يُعدُّ سكر الفركتوز من السكريات المختزلة .

ب – تتفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد .

ج – يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة .

الحل / لتشابه تركيبها الكيميائي وصفاتها الكيميائية والفيزيائية

3-8 اشتبه عليك محلولان احدهما نشأ والاخر كلوكوز، فكيف يمكنك التمييز بينهما في المختبر ؟

4-8 أكمل الجدول التالي:

الفركتوز	الكلوكوز	وجه المقارنة
		الصيغة الجزيئية
		الصيغة البنائية المفتوحة
		المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المفتوحة
		المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة الحلقية (المغلقة)

